COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 OCTOBRE 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE OPTIQUE. — *Sur le degré de précision des caractères optiques dans leur application à l'analyse des matières sucrées, et dans leur emploi comme caractère distinctif des corps; par* M. **Biot**.

« Depuis la dernière communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie, une question, à la fois de chimie et de physique, m'a été adressée par des négociants, MM. Say frères et Duméril fils, qui ont à Paris un grand établissement de raffinage, où les méthodes d'exploitation les plus parfaites sont appliquées avec une rare intelligence. Ces messieurs ont, depuis plusieurs mois, employé les caractères optiques pour étudier les détails successifs de leur fabrication; et ils l'ont fait avec une sagacité comme avec une exactitude d'observation qui m'ont surpris. Dans un des derniers entretiens que j'ai eus avec eux, ils m'ont demandé si le pouvoir rotatoire du sucre en pain le mieux préparé ne devait pas être moindre que celui du sucre candi cristallisé régulièrement. Je leur ré-

pondis aussitôt que la dissemblance du mode d'agrégation ne changeait pas l'intensité de l'action moléculaire, et qu'ainsi ces deux pouvoirs devaient être égaux. Mais une réflexion plus attentive me fit ensuite soupçonner que ces deux états du sucre pourraient bien réellement occasionner quelque différence dans son action sur la lumière; tant à cause des traces de sirop non cristallisé qui resteraient interposées entre les cristaux du sucre en pains, qu'à cause de l'union peut-être plus ou moins intime de ceux-ci avec l'eau de cristallisation. Je jugeai donc utile de décider cette question par des expériences précises. Déjà ces messieurs, après notre entrevue, l'avaient résolue eux-mêmes autant que cela était nécessaire pour leurs opérations. Car ils avaient trouvé, par une expérience comparative, qu'à densités égales des solutions, le sucre candi le plus pur, et leur sucre en pain de belle qualité, agissaient sur la lumière avec des intensités si approximativement égales qu'on n'y apercevait pas de différence dont on pût répondre. Cette indication était exacte, et elle attestait plus que suffisamment la bonté commerciale des produits fabriqués. Mais, sous le point de vue scientifique, il était essentiel de constater jusqu'à quel point elle était rigoureuse; et, dans le cas où l'on parviendrait à découvrir entre les deux actions quelque différence perceptible, il fallait tâcher de la mesurer, puis en rechercher la cause. Tel a été le but des expériences suivantes.

» Des morceaux de sucre en pains très-beau (1), et des cristaux de sucre candi extrêmement purs, ont été séparément broyés, mais non pas triturés complétement. Leurs débris ont été ensuite tenus pendant vingt-quatre heures dans une étuve à la température d'environ 50° R., pour les amener à un même état de dessiccation. J'en ai alors formé des solutions A, B, exactement dosées, en proportions presque égales, que j'ai observées successivement dans un même tube de verre, afin de rendre toutes les circonstances de leur comparaison aussi semblables qu'il était possible. Les résultats qu'elles ont présentés sont réunis dans le tableau suivant.

---

(1) Ce sucre était de la variété que l'on appelle dans le commerce *belle sorte*. C'est la plus belle qualité de sucre en pains généralement employée pour la consommation.

TABLEAU A.

DÉSIGNATION de la matière observée, et date de l'expérience.	SA PROPORTION pondérale dans l'unité de poids de la solution. ε	DENSITÉ de la solution, celle de l'eau distillée étant prise pour unité. δ	LONGUEUR du tube d'observation en millimètr. l	DÉVIATION de la teinte bleu violacé, observée à l'œil nu. α	REMARQUES DIVERSES.
Sucre en pains. 2 oct.	0,333984	1,14584	147,75	+42°10	Aussitôt après la formation complète de la solution et son filtrage à travers un filtre pesé.
— réobserv. le 4....	"	"	289,00	80,625	Le flacon était en partie rempli d'air et avait été débouché plusieurs fois.
Sucre candi. 3 oct.	0,332022	1,143043	147,75	42,100	Aussitôt après la formation de la solution et son filtrage dans un filtre pesé.
— réobserv. le 4....	"	"	289,00	81,000	Le flacon était en partie rempli d'air et avait été débouché plusieurs fois.

» Le seul aspect de ces nombres montre déjà que, s'il y a une différence moléculaire entre nos deux échantillons de sucre, elle doit être bien petite; et l'on ne peut espérer d'en constater la réalité, ainsi que le sens, qu'en combinant par le calcul les éléments de dosage des deux solutions, de manière à établir une comparaison théorique très-exacte entre leurs effets. Pour cela, je désigne par un seul accent les données relatives au sucre en pains, et par deux celles du sucre candi; puis, raisonnant dans l'hypothèse de leur identité, je forme avec les éléments de chaque solution l'expression du pouvoir moléculaire $[\alpha]$, qui résulterait de chaque déviation observée. Alors, en désignant par m le facteur numérique qui réduirait ces déviations à celle du rayon rouge pris pour type, on aura, d'après la théorie générale de ce genre de phénomènes (*Comptes rendus*, t. XV, p. 621),

$$[\alpha] = \frac{m\alpha'}{l'\varepsilon'\delta'}, \qquad [\alpha] = \frac{m\alpha''}{l''\varepsilon''\delta''}.$$

Je prends le facteur m le même pour les deux déviations, parce qu'elles sont observées de la même manière; il faut en outre faire l'' égal à l', puisque le même tube a été successivement employé pour les deux solutions que l'on comparait. Alors l'égalité supposée des deux $[\alpha]$ donne

$$\frac{\alpha'}{\varepsilon'\delta'} = \frac{\alpha''}{\varepsilon''\delta''}, \text{ conséquemment } \alpha' = \alpha''. \frac{\varepsilon'\delta'}{\varepsilon''\delta''};$$

alors si l'on calcule le rapport $\frac{\varepsilon'\delta'}{\varepsilon''\delta''}$ d'après les éléments de dosage qui sont donnés, on trouve

$$\alpha' = 1,00837.\alpha'' = \alpha'' + 0,00837.\alpha''.$$

Ainsi, en prenant la déviation α'' qui a été observée dans chaque tube pour le sucre candi, on connaîtra par cette formule la déviation correspondante α' que la solution de sucre en pains aurait dû produire, si ce second sucre eût été identique à l'autre. On voit que la déviation α' aurait dû toujours surpasser α'' dans cette supposition d'identité, et cet excès aurait dû avoir les valeurs suivantes, que je compare aux déviations α' observées.

TABLEAU B.

LONGUEUR du tube d'observation en millimètres.	DÉVIATION α'' observée pour la solution de sucre candi.	VALEUR du produit $0,00837\ \alpha''$.	SOMME des deux colonnes précédentes ou valeur de la déviation α' calculée pour la solution de sucre en pains.	La même observée.	EXCÈS de la valeur de α' calculée.
147,75	+ 42° 10	+ 0° 352	+ 42° 452	+ 42° 10	+ 0°352
289,00	+ 81,00	+ 0,678	+ 81,678	+ 80,625	+ 1,053

» On voit que, dans les deux expériences, la déviation opérée par la solution de sucre en pains a été trouvée un peu plus faible qu'elle n'aurait dû l'être d'après son dosage, dans la supposition d'une identité parfaite de la substance active; ou, en d'autres termes, le sucre en pains s'est montré ici un peu moins énergique que le sucre candi. Mais la différence est si petite, qu'il faut mettre beaucoup de soin dans les pesées, ainsi que dans les mesures de déviation, pour être assuré qu'elle est réelle. Une variation soudaine dans l'éclat de l'atmosphère suffirait pour produire des différences du même ordre que celles qui sont ici exprimées dans la dernière colonne, si l'on n'avait pas la précaution d'éviter cette dissimilitude de circonstances dans les observations comparatives.

» Ce résultat offrait ainsi une excellente épreuve de la délicatesse des procédés optiques. C'est pourquoi j'ai voulu le constater d'une autre manière, au moyen de la méthode d'inversion par les acides. Cela était nécessaire aussi pour connaître la nature du sucre incristallisable qui devait exister dans le sucre en pains, et affaiblir relativement son action spécifique.

J'ai appliqué pour cela l'acide hydrochlorique aux solutions A, B, le jour même de leur formation ; et, en opérant par volumes, comme nous l'avons fait, M. Soubeiran et moi, pour l'analyse du suc de maïs, j'ai obtenu les résultats rassemblés dans le tableau suivant, qui est tout à fait pareil aux tableaux F et G, rapportés à la page 536 du tome XV des *Comptes rendus*, dont la formation ainsi que l'usage ont été expliqués alors avec détail. Pour plus d'exactitude, j'ai employé comme déviations primitives celles qui avaient été observées dans le tube de 147^{m},75 immédiatement après la liquéfaction complète des deux solutions, afin d'éviter le soupçon qu'on pourrait avoir que, dans l'intervalle de ce jour-là au lendemain, il s'y fût formé spontanément quelque nouvelle petite quantité de sucre incristallisable, additive à leur premier état.

TABLEAU C. — *Expériences d'inversion faites comparativement sur les solutions* A, B, *formées avec le sucre de canne en pains, et avec le sucre de canne candi en cristaux isolés.*

NATURE de la solution observée.	Sa densité relativement à l'eau distillée. δ	LONGUEUR du tube dans lequel la solution a été observée primitivement, exprimée en millimètr. l	AZIMUT de déviation de la teinte bleu violacé ou violet bleuâtre. α	LONGUEUR du tube dans lequel le mélange acide a été observé, exprimée en millimèt. l'	DÉVIATION de la teinte bleu violacé transportée dans cette liqueur par la loi de proportionnalité. α'	NATURE de l'acide introduit dans la liqueur primitive.	PROPORT. de dilution de la solution primitive dans ce mélange.	DÉVIATION produite par la solution primitive dans le tube l' à cet état de dilution. α''	DÉVIATION intervertie observée dans cette même longueur l'. α'''	RAPPORT d'inversion conclu. $\frac{\alpha'''}{\alpha''}$
Sucre en pains....	1,14584	147,75	+ 42°10	333	+94°8853	hydrochloriq.	$\frac{8}{3}$	84°3425	— 33°10	—0,39245
Sucre candi en cristaux..........	1,14304	147,75	42,10	333	94,8853	hydrochloriq.	$\frac{8}{9}$	84,3425	— 32,15	0,38110

» Pour analyser les conséquences de ces observations, il faut leur appliquer le mode de calcul qui a été expliqué dans le Mémoire sur les sucs de maïs, page 537 du tome XV des *Comptes rendus*. Soit S la portion de la déviation totale α'' qui est produite par le sucre cristallisable pur contenu dans chaque solution, et D la portion de cette même déviation produite par le sucre quelconque non intervertible qui est associé au cristallisable. Désignons généralement par $-r'$ le rapport d'inversion propre à ce dernier, et par $-r''$ la valeur observée de ce rapport dans la solution complexe. On aura les deux équations

$$S + D = \alpha'', \qquad -r'S + D = -r''\alpha'',$$

ce qui donne par l'élimination

$$S = \left(\frac{1+r''}{1+r'}\right)\alpha'' = \alpha'' + \frac{(r''-r')}{1+r'}\alpha'', \qquad D = -\frac{(r''-r')}{(1+r')}\alpha''.$$

» Les expériences que j'ai faites antérieurement sur le sucre candi le plus pur que j'aie pu me procurer m'ont donné, en moyenne, r' égal à $0^m,38$; et ce nombre se trouve encore confirmé ici par l'observation relative à ce même sucre. Si nous l'adoptons comme suffisamment exact, il n'y aura qu'à l'associer aux valeurs particulières de r'' obtenues pour chacune des solutions que nous voulons considérer, il en résultera :

Pour la solution de sucre en pains..... $S = \alpha'' + 0,0090\alpha''$, $D = -0,0090\alpha''$;
Pour la solution de sucre candi...... $S = \alpha'' + 0,0008\alpha''$, $D = -0,0008\alpha''$.

Ainsi, d'après ces nombres, 100 degrés de déviation produits par le sucre en pains se composeraient de $100°,9$ dus à du sucre cristallisable, et de $-0°,9$ dus à du sucre non cristallisable, exerçant la déviation vers la gauche. La solution de sucre candi contiendrait aussi quelque trace de ce même sucre non cristallisable, mais l'effet n'en serait pas appréciable sur une déviation de 100 degrés. Le premier de ces résultats concorde avec le rapport absolu des déviations, qui a été trouvé plus faible pour le sucre en pains que pour le sucre candi, à égalité de masse. On peut donc légitimement l'admettre; mais, quant au sucre candi, l'excessive petitesse de D tombe dans les limites d'erreurs que comportent les observations faites avec le plus de soin, et l'on ne peut en répondre.

» Ces déterminations reposent évidemment sur la valeur 0,38, attribuée au coefficient d'inversion; et si on le faisait notablement plus fort ou plus faible, la proportion de sucre incristallisable, que nous trouvons ici très-petite dans les deux solutions, en résulterait numériquement plus considérable ou moindre, ou de sens inverse. Donc, réciproquement, si l'extrême petitesse de cette proportion pouvait être établie sur quelque autre épreuve physique, l'exactitude du nombre 0,38 en recevrait une vérification très-délicate. Le réactif si sensible découvert par M. Frommer convient admirablement pour ce but.

» On sait que le caractère spécifique sur lequel il se fonde consiste en ce que toutes les matières sucrées non cristallisables réduisent avec une excessive facilité les sels de cuivre dissous dans une liqueur alcaline que l'on porte pendant un instant à l'ébullition; au lieu que le sucre cristalli-

sable, soumis à la même épreuve, ne produit aucun trouble dans cette liqueur. Si l'on applique à ce caractère les principes généraux d'appréciation judicieusement établis par M. Chevreul, on trouvera sans doute qu'il a l'inconvénient de n'être pas primordial, puisqu'il se manifeste par décomposition; et, en cela, il est d'un ordre inférieur aux propriétés optiques, qui sont inhérentes aux particules mêmes, dans leur état actuel de combinaison ou de liberté. Son usage exige, en outre, certaines réserves. Car l'acte seul de l'ébullition dans l'eau, quelque peu prolongé, transforme aussi le sucre cristallisable en incristallisable, comme MM. Pelouze et Malagutti l'ont fait voir; et ce sucre modifié, agissant sur les sels de cuivre, ferait supposer qu'il préexiste, lorsqu'il ne serait qu'un produit de décomposition. Mais, quand le procédé est employé par des mains habiles, avec les précautions nécessaires pour éviter cette cause d'erreur, la délicatesse de ses indications est presque incroyable. C'est pourquoi, désirant m'assurer tous ses avantages, j'ai prié M. Pelouze de vouloir bien l'appliquer lui-même aux deux solutions de sucre dont je viens de rapporter l'analyse optique. Il l'a fait avec sa complaisance ordinaire, en ma présence, et je lui ai désigné d'avance la solution de sucre en pains comme étant celle où la présence du sucre incristallisable me paraissait le plus évidemment indiquée. Or il a trouvé en effet qu'elle donnait des indices de ce sucre très-perceptibles au procédé de M. Frommer, au lieu que la solution de sucre candi n'en présentait que des traces à peine sensibles. Le rapport d'inversion 0,38, qui me les avait fait découvrir, ne pouvait donc pas être notablement trop faible. Or il ne pouvait pas non plus être notablement trop fort. Car, si on lui eût seulement supposé pour valeur 0,35, il n'aurait indiqué que peu ou point de sucre incristallisable dans le suc du maïs, où M. Pelouze a constaté aussi son existence évidente par le procédé de M. Frommer. Ces deux épreuves concourent donc pour prouver que le rapport d'inversion 0,38 est très-peu éloigné de la vérité, et peut être employé avec une grande approximation, pour évaluer les proportions de sucre cristallisable existantes dans les solutions où l'on introduit l'acide hydrochlorique en volumes connus. J'en ferai tout à l'heure une application qui confirmera cette conséquence.

» Mais, auparavant, je vais soumettre nos deux solutions précédentes à une nouvelle épreuve. Dans la dernière communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie, j'ai établi une formule qui donne la proportion pondérale ε de sucre cristallisable existante dans une solution aqueuse, lorsque l'on a mesuré sa densité δ, et la déviation α qu'elle imprime au rayon

simple pris pour type, à travers un tube dont la longueur en millimètres est l. Cette formule, pour les solutions incolores observées à l'œil nu, est :

$$\varepsilon = 1,4 \frac{\alpha}{l\delta}.$$

Si nous l'appliquons aux deux solutions que nous venons ici de considérer, nous en déduirons, pour chacune d'elles, la valeur de ε, que nous pourrons comparer à l'évaluation de cet élément donnée par la balance. Mais, pour rendre cette comparaison tout à fait exacte, il faut tenir compte d'une circonstance que je n'avais pas, jusqu'à présent, introduite dans les calculs, parce que je ne supposais pas que ce genre d'observation pût être assez précis pour qu'elle y devînt sensible. En se reportant à la page 625 du tome XV des *Comptes rendus*, on verra que le coefficient numérique 1,4, adopté page 633, a été établi d'après des expériences où le sucre candi avait été séché soit à l'air, soit dans une étuve, à la température de 50 degrés centésimaux, mais toujours à l'état de cristaux entiers. Ici, au contraire, les cristaux ont été broyés et réduits en tout petits fragments, dont la dessiccation a été effectuée à la température de 50 degrés Réaumur ou 62 degrés centésimaux. Il est donc infiniment vraisemblable qu'ils ont dû perdre plus d'eau interposée que les cristaux entiers n'avaient fait par une température moindre ; et si cela est, le dosage de nos solutions calculé par la formule, d'après les déviations opérées, devra se trouver plus fort que le dosage réel, parce qu'il supposera un sucre contenant plus d'eau que le sucre employé. Or c'est en effet ce qui arrive, comme le montre le tableau suivant, où les valeurs calculées de ε sont rapportées telles qu'elles résultent de chaque observation et comparées à la valeur donnée par la balance. Les valeurs de δ, α, l, prises pour éléments du calcul, sont tirées du tableau A.

Tableau D.

	POUR LA SOLUTION de sucre en pains.	POUR LA SOLUTION de sucre candi.
Tube de $147^{mm},75$, valeur calculée de ε....	0,34814	0,34900
Tube de $289^{mm},00$......................	0,34086	0,34328
Moyenne des deux valeurs calculées de ε.	0,34450	0,34614
Valeurs de ε donnée par la balance.....	0,33398	0,33202
Excès de la valeur de ε calculée........	+ 0,01052	+ 0,01412

» L'excès du dosage calculé par l'ancienne formule est dans le sens que nous avions prévu, et il est à peu près le même pour les deux solutions qui, aussi, avaient été faites en proportions presque semblables. Ceci me fit penser, qu'en complétant l'état de désagrégation des deux sucres, je pourrais obtenir une formule quantitative où le degré de dessiccation serait plus fort et plus exactement défini que dans la première que j'avais donnée. En conséquence, je pris les quantités de l'un et de l'autre qui me restaient encore, et qui avaient seulement subi la première désagrégation; je les pulvérisai complétement dans un mortier de porcelaine parfaitement nettoyé; puis elles furent de nouveau remises pendant vingt-quatre heures à l'étuve, à la température de 50 degrés Réaumur ou 62 degrés centésimaux. Alors j'en ai formé avec soin deux solutions, dosées à peu près dans les mêmes proportions que les premières, et je les ai observées optiquement. Les résultats de cette nouvelle expérience sont contenus dans le tableau suivant, tout à fait semblable au tableau A.

Tableau E.

DÉSIGNATION de la substance active observée.	SA PROPORTION pondérale dans l'unité de poids de la solution. ε	DENSITÉ de la solution, celle de l'eau distillée étant l'unité. δ	LONGUEUR du tube d'observation en millimètr. l	DÉVIATION de la teinte bleu violacé, observée à l'œil nu. α	REMARQUES DIVERSES
Sucre en pains pulvérisé et séché à 62°c.	0,333801	1,14638	289	+80°10	
Sucre candi pulvérisé et séché à 62° c.	0,341703	1,15027	289	+82,30	

» Procédant ici comme dans la première expérience, je commence par comparer entre eux les effets des deux solutions, dans la supposition d'identité de la substance active; et puisque les déviations ont été successivement observées de la même manière, dans le même tube, je leur applique la formule de comparaison

$$\alpha' = \alpha'' \frac{\varepsilon'\delta'}{\varepsilon''\delta''},$$

dans laquelle les lettres affectées d'un ou deux accents s'appliquent respectivement à la première et à la seconde solution. Calculant donc le coefficient numérique de α'' d'après les éléments de dosage que le tableau indique, je trouve d'abord

$$\alpha' = \alpha'' - 0,02642\,\alpha''.$$

La déviation α', opérée par la solution de sucre en pains, se trouve ainsi devoir être moindre que la déviation α'', opérée par la solution de sucre candi, comme, en effet, cela s'est réalisé. Pour évaluer le degré de cette concordance, j'attribue à α'' la valeur observée 82°,30, et j'en déduis la valeur théorique de α'. Je trouve ainsi

$$\alpha' = 82°,30 - 2°,17 = 80°,13,$$

au lieu que l'observation a donné

$$\alpha' = 81°,00.$$

Si la différence 0°,87 n'est pas due aux erreurs combinées des deux expériences, elle indiquerait que l'énergie relative des deux sucres aurait été tant soit peu modifiée par la trituration et la dessiccation ultérieure qu'ils ont éprouvées, et le sucre candi en aurait été plus affecté que le sucre en pains.

» Pour apprécier la portée de cette modification, il faut calculer théoriquement les valeurs de ε' et de ε'' par la formule quantitative commune

$$\varepsilon = 1,4 \frac{\alpha}{l},$$

comme nous l'avons fait pour les expériences précédentes dans le tableau D, et comparer les résultats de ce calcul à ceux que nous avons obtenus alors. On trouve ainsi

TABLEAU F.

	POUR LA SOLUTION du sucre en pains trituré et pulvérisé.	POUR LA SOLUTION de sucre candi trituré et pulvérisé.
Valeur calculée de ε	0,33847	0,34660
Valeur déterminée par la balance	0,33380	0,34170
Excès de la valeur de ε calculée	+ 0,00467	+ 0,00490

» Ici les deux sucres se montrent encore un peu plus énergiques que les échantillons qui ont servi de base à la formule, puisqu'ils opèrent des déviations égales dans le même tube avec une proportion pondérale un peu moindre; mais ils sont devenus moins énergiques qu'ils ne l'étaient avant d'avoir été complétement pulvérisés et une seconde fois desséchés; car l'excès actuel des ε calculés est notablement moindre qu'il ne l'était dans le tableau D.

» J'ai complété ces épreuves comparatives en appliquant à ces mêmes solutions le procédé de l'inversion par l'acide hydrochlorique. J'ai obtenu ainsi les résultats suivants, qui sont présentés sous une forme pareille à celle du tableau C.

TABLEAU G.

NATURE de la solution observée.	Sa densité relativement à l'eau distillée. δ	LONGUEUR du tube dans lequel la solution a été observée primitivement, exprimée en millimètr. l	AZIMUT de déviation de la teinte bleu violacé ou violet bleuâtre. α	LONGUEUR du tube dans lequel le mélange acide a été observé, exprimée en millimèt. l'	DÉVIATION de la teinte bleu violacé transportée dans cette liqueur par la loi de proportionnalité. α'	NATURE de l'acide introduit dans la liqueur primitive.	PROPORT. de dilution de la solution primitive dans ce mélange.	DÉVIATION produite par la solution primitive dans le tube l' à cet état de dilution. α''	DÉVIATION intervertie observée dans cette même longueur l'. α'''	RAPPORT d'inversion conclu $\frac{\alpha'''}{\alpha''}$
Sucre en pains pulvérisé et desséch.	1,14638	289	+ 80°10	333	+92°2952	hydrochloriq.	$\frac{8}{9}$	82°,0402	− 31°9	−0,38883
Sucre candi pulvérisé et desséché.	1,15027	289	82,30	333	94,8301	hydrochloriq.	$\frac{8}{9}$	84,2934	− 33,3	−0,39505

» Ici l'état du sucre en pains se montre sensiblement le même que dans le tableau C, dès premières expériences. Mais le sucre candi paraît s'être quelque peu détérioré par la pulvérisation et la nouvelle dessiccation qu'il a subie. En adoptant, comme nous l'avons fait, le nombre 0,38 pour le rapport d'inversion par l'acide hydrochlorique applicable au sucre cristallisable pur, la formule déjà employée, page 698, décomposera les déviations apparentes de la manière suivante :

Pour la solution du sucre en pains $s = \alpha'' + 0{,}0064\,\alpha''$, $D = -\,0{,}0064\,\alpha''$;
Pour la solution du sucre candi... $s = \alpha'' + 0{,}0109\,\alpha''$, $D = -\,0{,}0109\,\alpha''$.

La proportion de sucre incristallisable exerçant la rotation vers la gauche est dans le sucre en pains à peu près la même que précédemment; mais elle paraîtrait avoir sensiblement augmenté dans le sucre candi. Car, pour ce dernier, 100° de déviation apparente vers la droite se composeraient de 101° opérés par du sucre cristallisable pur, et de — 1° produits par du sucre incristallisable, exerçant la déviation vers la gauche, ce qui est une différence conforme à ce que les autres comparaisons annonçaient (1).

(1) J'aurais désiré pouvoir vérifier cette indication par le procédé de M. Frommer, appliqué aux deux solutions *dans leur état récent.* Mais M. Pelouze était alors absent de Paris, et l'épreuve ne put être faite par lui que le 12 octobre, six jours après la confection des deux solutions. Or, malgré le peu d'élévation de la température actuelle, et quoiqu'elles eussent été conservées dans des flacons bouchés à l'émeri, qu'elles

» Pour faciliter la comparaison de tous ces résultats, en ayant égard à la diversité des circonstances qui les ont données, j'ai calculé les valeurs de la constante $\frac{l\varepsilon\delta}{\alpha}$ ou C, relativement au sucre candi, par chacune des expériences précédentes, en prenant pour α la déviation de l'image extraordinaire bleu violacé obtenue par l'observation, et j'en ai déduit le pouvoir moléculaire $[\alpha]$, relatif au rayon rouge simple, considéré comme type. L'expression théorique de ce pouvoir est $\frac{\alpha}{l\varepsilon\delta}$, α étant la déviation propre au rayon rouge. Comme cette dernière est, en moyenne, les $\frac{23}{30}$ de celle que l'on observe à l'œil nu dans les solutions de sucre de canne incolores, $[\alpha]$ se trouve égal à $\frac{23}{30} \cdot \frac{1}{C}$. J'ai joint à ces valeurs celles qui se concluent des deux expériences analogues rapportées dans ma précédente communication, page 625, tome XV des *Comptes rendus;* et j'y ai ajouté aussi celles qui se déduisent de mes premières expériences sur le sucre candi, consignées dans le tome XIII des *Mémoires de l'Académie*, page 119. Tous ces résultats, indépendants les uns des autres, étant mis en rapport avec les circonstances où ils ont été observés, on pourra apprécier l'influence qu'elles ont dû exercer sur l'état du sucre dans chaque expérience; et, en faisant la part de cette influence dans la diversité des nombres obtenus, on pourra juger du degré de précision que ce genre d'observations peut atteindre.

---

remplissaient presque entièrement, je ne doutais pas, d'après d'anciennes expériences du même genre, que cet intervalle de six jours n'eût suffi pour qu'une portion du sucre primitif, très-petite sans doute, mais qui aurait été sensible aux procédés optiques, ne se fût déjà intervertie; de sorte qu'on ne pouvait plus remonter à l'état primitif que par différence. C'est aussi ce que confirma le procédé de M. Frommer. Chaque solution fut successivement éprouvée par M. Pelouze, comparativement à la variété de sucre pulvérisé dont elle dérivait, et voici les résultats qu'il m'a lui-même dictés :

1°. Sucre en pains : traces de sucre incristallisable très-perceptibles dans le sucre solide pulvérisé, et beaucoup plus dans sa solution du 6 octobre.

2°. Sucre candi : mêmes différences entre le sucre solide pulvérisé et sa solution; mais les indices de sucre incristallisable dans celle-ci paraissent relativement plus marqués que dans le sucre en pains.

Ces résultats s'accordent donc encore avec les procédés optiques, autant qu'il était possible d'en juger après l'altération que les deux solutions avaient dû postérieurement subir. Au reste, si l'influence de la trituration sur les cristaux de sucre candi est réelle, je suis porté à croire qu'elle prédispose seulement les particules qui ont été le plus fortement atteintes à s'intervertir plus aisément que les autres, quand elles sont dissoutes dans une eau qui n'est pas complétement à l'abri du contact de l'air, et qui n'a pas été purgée d'air entièrement; car, d'après une expérience de M. Soubeiran, qu'il m'a donné lui-même les moyens de répéter d'ici à peu de jours, le sucre de canne interverti n'existerait avec la rotation à gauche que dans l'état liquide; et, en se solidifiant, il reprendrait la rotation à droite, mais désormais fixe et non intervertible par les acides, précisément comme j'ai depuis longtemps annoncé que cela arrive au sucre contenu dans les raisins.

TABLEAU H.

	VALEUR de la constante C ou $\frac{l\varepsilon\delta}{\alpha}$ pour les solutions incolores de sucre de canne cristallisable, observées à l'œil nu.	VALEUR du pouvoir rotatoire moléculaire du sucre de canne cristallisable, en prenant le décimètre pour unité de longueur 100 [α]
Acad., t. XIII, p. 129. Sucre candi en cristaux extérieurement secs, mais non dépouillés d'humidité intérieure..........	1,3882	+55°,225
Comptes rendus, p. 625. Sucre candi en cristaux exposés pendant un an à l'air, dans une armoire, à la température moyenne d'environ 15°................................	1,4068	54,498
— p. 625. Sucre candi en cristaux séchés extérieurement à l'étuve, à une température de 50° centigrades.......	1,3908	55,126
— p. 697. Sucre candi en cristaux broyés imparfaitement, puis séchés à l'étuve, à la température de 62°.........	1,3319	57,561
— p. 701. Sucre candi en cristaux triturés et pulvérisés dans un mortier de porcelaine, puis séchés à 62°.........	1,3866	55,547

» En comparant les nombres contenus dans la dernière colonne, on voit que la plus grande énergie de pouvoir rotatoire a eu lieu lorsque les cristaux ont été simplement concassés, puis séchés à l'étuve. Ce pouvoir paraît avoir été un peu affaibli par une nouvelle trituration suivie d'une dessiccation ultérieure. Les autres évaluations ne présentent pas de différences plus grandes qu'on n'en peut attendre d'échantillons différents. La plus grande de leurs discordances est de 1 degré sur une déviation de 55 degrés, et elle répond à un excès d'action spécifique du sucre séché à 62 degrés sur celle d'un échantillon différent séché à l'air, excès qui doit être attribué, au moins en partie, à une plus grande perte d'humidité surabondante. Je laisse aux observateurs à juger de la portion de ces écarts qui peut appartenir au procédé d'observation.

» Parmi les divers états physiques où l'on peut considérer le sucre de canne critallisable, je prendrai, comme terme de comparaison, celui où ses cristaux sont seulement séchés à l'extérieur par une température de 25 ou 30 degrés centésimaux, ce qui le met à peu près dans la condition de consommation habituelle. Alors j'adopterai pour la constante C, la valeur moyenne 1,4, à laquelle j'avais été conduit dans ma précédente communi-

cation, et il en résultera, pour les solutions de cette espèce de sucre, la formule générale suivante, où la déviation α est supposée se rapporter, par observation, ou par réduction, à la teinte de l'image extraordinaire bleu violacé.

Poids absolu de sucre cristallisable contenu dans un litre de la solution $1000\,\varepsilon\delta = 1400\,\frac{\alpha}{l}$.

Proportion pondérale de ce sucre dans l'unité de poids de la solution... $\varepsilon = 1,4\,\frac{\alpha}{l\delta}$.

Pouvoir rotatoire moléculaire évalué, pour le rayon rouge et pour une épaisseur de 1 décimètre .... $100\,[\alpha] = 54°,636$.

» Je compléterai cette recherche par la résolution d'une question qui serait, je crois, fort difficile à traiter par les procédés chimiques, si même elle leur est accessible. Voici en quoi elle consiste :

» Lorsque le sucre, purifié par les opérations du raffinage, s'est pris en masse solide dans les formes où on l'a versé à l'état de liquéfaction, les petits cristaux dont cette masse se compose sont mouillés et imbibés par une portion de la solution primitive, qui reste liquide et contient le sucre incristallisable. Pour enlever celui-ci, on infiltre lentement, à travers la masse solide, de l'eau pure, qui lave les cristaux en dissolvant aussi leur couche superficielle; et, pour obtenir cette condition de lenteur indispensable, on verse l'eau sur des plaques d'argile molle, qui la laissent suinter sur les pains solidifiés: c'est pourquoi cette opération s'appelle le *terrage*. On la réitère plusieurs fois avec des plaques différentes; et le sirop sucré qui s'écoule étant de moins en moins chargé de sucre incristallisable, on le recueille séparément à chaque opération successive, pour le raffiner de nouveau en le réunissant par portions d'une égale pureté.

» Le sucre en pains que j'avais étudié se trouvait dans le dernier état où le lavage prolongé le laisse; et, puisqu'il contenait encore quelques traces de sucre incristallisable, le dernier sirop qui en était sorti devait être sensiblement plus chargé de cette espèce de sucre. MM. Say frères et Duméril ont bien voulu me permettre d'en prendre moi-même un flacon, dans une des cuves fermées où on le recueille, à l'abri du contact de l'air. Je me suis proposé de déterminer, par l'observation optique, les proportions pondérales de sucre cristallisable et de sucre incristallisable qui s'y trouvent contenues, en assignant de plus la nature propre de ce dernier élément dans la liqueur. On va voir que cette analyse se fait très-facilement par nos procédés.

» Pour cela, j'ai d'abord pris la densité du sirop tel que je l'avais re-

cueilli, et je l'ai trouvée égale à 1,33827 ; puis je l'ai étendu d'eau à volume égal, et j'ai mesuré la déviation qu'il exerçait dans ce nouvel état sur les rayons orangés, à travers un tube d'une longueur donnée. Alors je l'ai mêlé d'acide hydrochlorique en proportion connue de volume; puis j'ai observé de nouveau la déviation qu'il exerçait sur les mêmes rayons orangés, à travers un tube d'une longueur pareillement connue, et j'ai ainsi déterminé son rapport d'inversion. Tous les éléments de l'expérience sont rassemblés dans le tableau I.

TABLEAU I.

Expériences de déviations directe et intervertie, faites sur le dernier sirop écoulé du dernier terrage du sucre de canne en pains (belle sorte), étendue d'eau en volume égal.

NATURE du liquide observé.	Sa densité relativement à l'eau distillée. δ	LONGUEUR du tube dans lequel il a été observé primitivement, exprimée en millimètres. l	Sa couleur à travers le tube.	AZIMUT de déviation de la teinte extraordinaire observé à travers un verre orangé épais. α	LONGUEUR du tube dans lequel le mélange acide a été observé, exprimée en millimètres. l'	DÉVIATION de la teinte orangée transportée dans cette liqueur par la loi de proportionnalité. α'	NATURE de l'acide introduit dans la liqueur primitive.	PROPORTION de dilution de la liqueur primitive dans le mélange.	COULEUR du mélange acide dans le tube où on l'a observé.	DÉVIATION produite dans le tube l' par la liqueur primitive à cet état de dilution. α''	DÉVIATION intervertie observée dans cette même longueur l', à travers le verre orangé (la même qu'à l'œil nu). α'''	RAPPORT d'inversion conclu. $\frac{\alpha'''}{\alpha''}$
Sirop étendu d'eau en volume égal. .	1,17518	145,75	Jaune légèrem. verdâtre.	$+40°,40$	333	$+92°,3032$	Hydrochlorique.	$\frac{8}{9}$	Orangé rougeâtre.	$+82°,0473$	$-34°,45$	$-0,41988$

» Or, de là, on tire la solution complète du problème. En effet, la déviation directe étant d'abord observée dans le tube l, on la transporte par proportionnalité dans le tube l', où le mélange a été observé. Mais l'introduction de l'acide ayant étendu le volume primitif, on réduit la déviation transportée dans le même rapport. Alors, en la faisant servir de diviseur à la déviation intervertie qu'on observe, si la solution ne contenait que du sucre cristallisable, ce rapport serait — 0,38. Sa valeur actuelle, comparée à celle-là, détermine donc la proportion de la déviation primitive qui est opérée par le sucre cristallisable et celle qui l'est par le sucre incristallisable, dont on découvre ainsi le sens d'action. Cette répartition se fait par la formule que j'ai rappelée ici, page 698.

» Par exemple, pour le sirop que nous examinons, le rapport d'inversion avec l'acide hydrochlorique s'est trouvé être — 0,41988, comme on le voit dans la dernière colonne du tableau. En lui appliquant la formule de répartition, il en résulte que chaque déviation α, opérée dans son état primitif à travers une épaisseur quelconque, se compose de la manière suivante :

$$S = \alpha + \frac{0,03988}{1,38000}\alpha, \qquad D = -\frac{0,03988}{1,38000}\alpha.$$

Le signe négatif de D montre que le sucre incristallisable contenu dans la solution exerce sa déviation vers la gauche de l'observateur, en sens contrairedu sucre de canne pur.

» Maintenant la déviation α exercée par la solution primitive sur les rayons orangés, était 40°,4 dans un tube de 145^{mm},75. Pour en déduire celle de l'image bleu violacé qui s'observerait à l'œil nu si la solution était incolore, je multiplie α par 1,17162, que j'estime être le rapport de ces déviations pour le verre orangé dont je fais usage (1). La déviation observée 40°,4 devient ainsi 47° $\frac{1}{3}$; et, en lui appliquant notre mode de répartition, elle donne, pour le sirop étendu observé :

$$S = +\,48^{\circ},76787, \qquad D = -\,1^{\circ},36787.$$

Nous pouvons tirer de là le poids du sucre cristallisable qui produit la déviation S dans le tube où la solution a été observée primitivement. Mais le poids du sucre incristallisable ne peut pas être évalué ainsi, parce qu'on ne peut pas l'isoler à l'état solide. Je cherche donc le poids du sucre cristallisable dont il est dérivé par inversion. Pour cela je divise D par le rapport d'inversion — 0,38 relatif à l'acide hydrochlorique, et je trouve la déviation D′ que ce sucre a dû primitivement produire. J'ai ainsi pour les éléments sucrés constituants du sirop étendu supposé incolore :

$$S = +\,48^{\circ},76787, \qquad D' = +\,3^{\circ},59965.$$

---

(1) Lorsque j'écrivais ces lignes, je n'avais pas eu le temps de déterminer expérimentalement la valeur relative de mon verre orangé par le procédé que j'ai expliqué dans ma dernière communication, page 632 du t. XV des *Comptes rendus*. Mais, partant de l'analyse prismatique que j'avais faite de ce verre, je jugeai que l'image transmise devait, à peu de chose près, répondre à la limite du rouge et de l'orangé ; et je déduisis de cette supposition le facteur 1,1716, qui réduisait sa déviation à celle du rayon jaune pur, en m'appuyant pour cela sur les rapports de déviation des différents rayons simples, que j'ai donnés autrefois dans le tome II des *Mémoires de l'Académie*, page 58. Cette évaluation approximative suffisait ici à mon but, qui était de donner un exemple d'analyse optique. Depuis la lecture de mon Mémoire, j'ai déterminé par l'expérience, dans une solution incolore, la déviation de réelle de l'image bleu violacé et celle de l'image orangée transmise par mon verre, et j'ai trouvé pour leur rapport 1,1466, nombre bien peu différent du précédent, mais qui rappoche cette image de l'orangé moyen un peu plus que je ne le supposais par estime. Il y aurait $\frac{1}{40}$ de différence dans l'évaluation des déviations réduites par l'un ou par l'autre ; ce qui était ici indifférent.

Alors, chacune de ces déviations étant idéalement produite par du sucre de canne pur, en solution incolore, je leur applique la formule quantitative qui donne le poids total de ce sucre par litre, et qui est

$$100\,\epsilon\delta = 1400^{g}\,\frac{\alpha}{l}.$$

Ici α est S ou D′, et l est $147^{mm},75$. Il en résulte, pour le sirop étendu :

Poids du sucre cristallisable par litre............ $468^{g},439$;
Poids du sucre générateur de l'incristallisable...... 34,576.

Or, le sirop observé dérive du sirop primitif étendu d'un volume égal d'eau ; ce dernier contenait donc, par litre, le double des quantités précédentes, c'est-à-dire,

Sucre cristallisable dans un litre............... $936^{g},878$;
Sucre générateur de l'incristallisable........... 69,152 ;

donc, en divisant chacune de ces quantités par 1000 δ ou $1338^{g},266$, qui est le poids d'un litre du sirop primitif, on aura son dosage en matières sucrées libres, qui sera comme il suit :

Proportion pondérale de sucre cristallisable contenue dans chaque unité de poids..	0,700069
Proportion pondérale du sucre générateur de l'incristallisable...	0,051673
Somme totale....	0,751742

» Les 25 pour 100 nécessaires pour compléter l'unité doivent ainsi être composés d'eau, de matières dissoutes étrangères au sucre, et peut-être aussi de mélanges neutres qui seraient formés de sucres non intervertibles à rotation contraire, en proportions telles que leurs effets rotatoires se compensassent exactement. Quelque peu probable que l'existence d'un mélange ainsi compensé puisse paraître, il faut, à la rigueur, le comprendre dans les possibilités, dont l'expérience n'a encore ni établi ni exclu la réalisation.

» Lorsque je découvris les actions rotatoires des liquides, dans le mois d'ocbre 1815, il y a maintenant juste vingt-sept ans, j'étais loin d'espérer que leurs mesures atteindraient le degré de précision qu'elles ont aujourd'hui ; et surtout je ne pouvais m'attendre à suivre aussi longtemps leurs applications aux diverses branches de la chimie organique. Je sentis que je devais surtout m'attacher à bien établir leur caractère moléculaire, à montrer comment leurs indications pouvaient pénétrer, par une voie sûre, dans les problèmes les plus abstraits de la mécanique des combinaisons, et à préparer les formules nécessaires pour diriger les applications qu'on en pourrait faire. Quant à ces applications elles-mêmes, je crus devoir ne m'y

livrer qu'avec une extrême réserve, seulement lorsque les conséquences qui en résultaient, comme caractères distinctifs des corps, étaient tellement évidentes qu'elles ne comportaient aucun doute, et qu'ainsi elles ne pouvaient compromettre l'avenir de la méthode par un emploi contestable ou anticipé. C'est pourquoi je me bornai alors à signaler comme essentiellement différentes en constitution moléculaire les substances qui, placées dans des circonstances pareilles, opéraient des déviations de sens opposé; ou celles qui, opérant des déviations de même sens, possédaient des pouvoirs rotatoires spécifiques d'intensités si différentes qu'il fût impossible d'attribuer cette dissemblance aux incertitudes des observations. Aujourd'hui qu'une plus longue pratique de ce genre d'expériences, jointe à une étude plus approfondie des relations théoriques, m'ont permis d'atteindre une limite d'exactitude que je n'espérais pas, je puis m'exprimer avec plus de sécurité. Je crois donc être en état de répondre d'une manière satisfaisante à une question de précision qui m'a été adressée par un de nos confrères dont l'esprit d'exactitude a été si consciencieux, comme si habile, que le temps et les progrès de l'analyse chimique n'ont fait que confirmer de plus en plus les résultats qu'il avait établis par ses nombreux travaux. M. Chevreul m'a demandé quelle limite de différence entre les pouvoirs rotatoires me paraissait suffire pour indiquer une différence de constitution moléculaire entre les substances qui agissent dans le même sens. Cette limite dépend, comme dans l'analyse chimique, de la constance de l'évaluation entre les amplitudes d'erreurs que les expériences admettent. Ainsi une différence de quelques centièmes dans les proportions pondérales d'un principe ne sera pas, pour une chimie imparfaite, un indice de distinction suffisamment certain, parce que le caractère décisif qui résulte de sa constance se trouvera perdu dans les écarts des expériences; au lieu que pour des opérations plus précises, où l'amplitude des écarts possibles sera moindre, cette constance se manifestera ainsi avec une certitude indubitable. Il en est de même dans les expériences optiques : la délicatesse, ainsi que la sûreté de leurs indications, s'accroissent avec la précision des mesures. Dès mes premières recherches, quand le sucre d'amidon qu'on fabriquait alors m'offrait un pouvoir rotatoire spécifique exprimé par 39°,43, celui du sucre de canne étant 55°,22, je pouvais affirmer qu'ils étaient moléculairement constitués d'une manière dissemblable, quand même la chimie les aurait confondus, parce qu'une erreur de 16° sur les mesures est impossible. J'ai pu annoncer avec une égale certitude que le camphre des laurinées, qui exerce un pouvoir de rotation très-énergique, diffère molé-

culairement de celui des labiées, par exemple de la lavande, qui ne manifeste aucune action appréciable dans des circonstances pareilles; et ce n'est pas ma faute si les chimistes ont persisté à les réunir, en se fondant sur l'identité de leur composition en éléments gazeux. Plus tard, quand la fécule désagrégée s'offrit à M. Persoz et à moi avec l'énorme pouvoir rotatoire de 138°,68 vers la droite, nous ne pouvions la confondre avec les gommes qui agissent en sens contraire, ni avec les sucres d'amidon ou de canne, qui ont une énergie d'action incomparablement plus faible. C'est pourquoi nous appelâmes ce produit *dextrine*, pour désigner sa constitution spécialement distincte. Et si nous ne réussîmes pas alors à l'isoler complétement du sucre, qui se forme presque simultanément, à une température à peine différente de celle où les molécules de la fécule sont assez désagrégées pour rester en dissolution dans l'eau, du moins l'identité absolue du pouvoir rotatoire de cette substance, quand on l'obtient par différents acides, suffisait avec son énergie extraordinaire pour la caractériser. Des motifs semblables, tirés d'une énorme différence de pouvoir rotatoire, m'empêchent aujourd'hui d'admettre que le sucre d'amidon des anciennes fabriques, dont le pouvoir est exprimé par 39°,43, soit moléculairement identique avec celui que M. Jacquelin, par exemple, a formé en désagrégeant la fécule par $\frac{2}{1000}$ d'acide oxalique dans l'autoclave, car le pouvoir de celui-ci est 77°,10; et ces deux sucres ne peuvent pas non plus s'identifier avec le sucre d'amidon employé par M. Péligot pour ses analyses, puisque j'ai trouvé le pouvoir de ce dernier égal à 47°,19, en le mesurant sur un échantillon que M. Péligot lui-même m'avait remis. Quiconque aura acquis la moindre habitude de ce genre d'expériences saura bien que de si grandes différences de déviation ne peuvent pas s'attribuer à des erreurs de mesures, et qu'elles sont réellement inhérentes aux corps qui les manifestent. Mais la limite de ces distinctions ne dépend pas seulement de l'exactitude des mesures; elle dépend aussi, pour certaines questions, et pour les plus importantes, de la précision que l'on peut attribuer aux analyses chimiques. Par exemple, j'ai cherché à savoir si le sucre de canne est moléculairement modifié dans sa combinaison cristalline avec le chlorure de sodium. J'ai vu d'abord, comme on devait s'y attendre, que le système des deux corps avait un pouvoir rotatoire beaucoup moindre, à poids égal, que celui du sucre pur. Mais, en considérant ce sucre comme seul actif dans la masse entière, et y calculant sa masse propre d'après les proportions pondérales que l'analyse de M. Péligot y supposait, j'ai trouvé son pouvoir rotatoire dans la combinaison égal à 50°,96, au lieu

de 54°,64 qui est sa valeur moyenne dans l'état d'isolement. Or il ne m'est pas possible de décider si la composition de ce produit est assez bien connue pour qu'une différence de cet ordre doive être regardée comme certaine, surtout en considérant les divergences d'opinion qui se sont élevées entre les chimistes les plus habiles, relativement à l'analyse du sucre de canne lui-même, pur et isolé. C'est pourquoi, abandonnant ces questions complexes aux personnes qui sont plus exercées que moi à la pratique de la chimie, j'ai dû me borner à celles dont les détails m'étaient complétement accessibles, et qui pouvaient surtout éclairer la mécanique des combinaisons. C'est ce que j'ai fait, par exemple, dans mes recherches sur les systèmes liquides où l'acide tartrique se trouve en présence d'autres corps qui n'exercent pas de déviations sur la lumière polarisée, mais qui agissent invisiblement sur cet acide, comme il réagit sur eux. Quoique j'aie lieu de penser que les chimistes de notre temps n'ont fait aucune attention à ces phénomènes, qui sont insaisissables par les procédés matériels dont ils disposent, leur étude me semble la voie la plus sûre, et peut-être la seule, par laquelle on puisse pénétrer dans le mystère des combinaisons, comme nous faisant pour ainsi dire assister à l'accomplissement des opérations par lesquelles les affinités s'exercent; et, quelque peu de progrès que je puisse espérer d'y faire encore, par mes efforts solitaires, je ne m'en écarterai point. »

THÉORIE DE LA LUMIÈRE. — *Mémoire sur les rayons diffractés qui peuvent être transmis ou réfléchis par la surface de séparation de deux milieux isophanes; par* M. **Augustin Cauchy.**

« En supposant que la lumière passe d'un milieu dans un autre, à travers une portion de la surface qui les sépare, et cherchant à déduire de l'analyse les phénomènes correspondants à cette hypothèse, je suis arrivé à cette conclusion, qu'alors les rayons réfléchis doivent être diffractés tout comme les rayons transmis. D'ailleurs cette conclusion de mon dernier Mémoire ne doit pas être considérée seulement comme un résultat du calcul; car, en l'entendant énoncer dans la séance précédente, M. Arago s'est rappelé une expérience qu'il avait faite autrefois avec Fresnel, et dans laquelle ils avaient observé des franges qui accompagnaient des rayons réfléchis par des sillons arbitrairement tracés sur la surface d'un verre noirci par la fumée. Il y a donc lieu de rechercher les lois de la diffraction, non-seulement dans les rayons transmis, mais encore dans

les rayons réfléchis par la surface de séparation de deux milieux transparents. Tel est l'objet dont je m'occupe dans ce nouveau Mémoire, en supposant, pour plus de simplicité, que les deux milieux donnés sont isophanes. Je demanderai à l'Académie la permission d'exposer en peu de mots quelques-unes des principales conséquences des formules auxquelles je suis parvenu.

» Supposons qu'un rayon de lumière passe d'un milieu transparent et isophane dans un autre milieu isophane séparé du premier par une surface plane qui sera prise pour plan des y, z: supposons encore que ce plan intercepte généralement la lumière, et ne se laisse traverser par elle que dans les points situés en dedans d'un certain contour très-resserré; ce qui aurait lieu, par exemple, si la surface de séparation des deux milieux était recouverte par un écran très-noir dans lequel une très-petite ouverture serait pratiquée. Si le rayon incident est simple, le rayon réfléchi, qui se propagera dans le premier milieu, cessera d'être un rayon simple, tout comme le rayon transmis au second milieu. Ces deux rayons, dont chacun résultera de la superposition d'une infinité de rayons simples, seront, l'un et l'autre, de la nature de ceux que l'on nomme *rayons diffractés*. Chacun d'eux offrira un filet de lumière très-étroit, et l'intensité de la lumière, mesurée dans un plan perpendiculaire à l'axe du filet, s'évanouira sensiblement à une distance sensible de cet axe. Il y a plus, cette intensité variera sur les bords du filet de manière à présenter divers *maxima* et *minima*. Enfin, comme ces *maxima* et *minima* répondront à des points diversement situés pour des couleurs diverses, il en résulte que, si le rayon incident est un rayon formé par la superposition de plusieurs autres inégalement réfrangibles, s'il est, par exemple, un rayon blanc de lumière ordinaire, chacun des deux rayons réfléchi et réfracté, offrira sur ses bords des franges colorées. Les couleurs des franges se réduiraient à une seule, si le rayon incident était un rayon homogène. D'ailleurs la position des franges dans un rayon homogène, et, par suite, dans un rayon composé, se déduira immédiatement, avec une grande approximation, des règles très-simples que nous allons indiquer.

» Considérons d'abord le cas où le rayon incident est perpendiculaire à la surface réfléchissante; et supposons que ce rayon, étant simple, émane d'un foyer de lumière placé à une distance très-considérable de la surface; enfin supposons ce rayon transmis au second milieu à travers une fente très-étroite, dont les bords soient parallèles à l'axe des z. Si l'on mesure l'intensité de la lumière transmise dans un plan perpendiculaire à cet axe et à

une distance donnée de la surface, cette intensité présentera divers *maxima* et *minima* correspondants à divers points; et chacun de ces points, quand on fera varier la distance à la surface, se mouvra, comme l'a dit Fresnel, sur une hyperbole sensiblement réduite, dans le cas présent, à une parabole. D'ailleurs cette parabole aura pour axe, comme l'on sait, la direction du rayon transmis, et pour sommet le bord de la fente. Mais ce qui n'avait pas encore été remarqué, ce me semble, et ce qui résulte immédiatement de mes formules, c'est *que les paramètres des diverses paraboles correspondantes aux diverses franges se réduisent, à très-peu près, aux divers termes d'une progression arithmétique dont la raison est la longueur d'une ondulation lumineuse, le premier terme étant les trois quarts de cette longueur même.* Calculées d'après cette règle, les racines carrées des rapports existants entre les paramètres doublés et la longueur d'une ondulation seront respectivement, pour les paraboles correspondantes aux maxima d'intensité de la lumière :

$$\sqrt{1,5}=1,22,\quad \sqrt{5,5}=2,3452,\quad \sqrt{9,5}=3,0822,\quad \sqrt{13,5}=3,6742,$$
$$\sqrt{17,5}=4,1833,\quad \sqrt{21,5}=4,6368,\quad \sqrt{25,5}=5,0948,\ \text{etc.};$$

et pour les paraboles correspondantes aux minima d'intensité de la lumière :

$$\sqrt{3,5}=1,871,\quad \sqrt{7,5}=2,7386,\quad \sqrt{11,5}=3,3912,\quad \sqrt{15,5}=3,9370,$$
$$\sqrt{19,5}=4,4159,\quad \sqrt{23,5}=4,8477,\quad \sqrt{27,5}=5,2440,\ \text{etc.}$$

A la place des nombres que nous venons d'obtenir, Fresnel a trouvé les suivants :

1,2172, 2,3449, 3,0820, 3,6742, 4,1832, 4,6069, 5,0500, etc.,
1,8726, 2,7392, 3,3913, 3,9372, 4,4160, 4,8479, 5,2442, etc.,

qui diffèrent très-peu des premiers, et qu'il a déterminés par un assez long calcul, en formant une table avec diverses valeurs d'une certaine intégrale définie. *Quant à l'amplitude des vibrations moléculaires, si on la représente par l'unité au moment où le rayon transmis commence à pénétrer dans le second milieu, elle se trouvera augmentée ou diminuée, sur chaque parabole, d'une quantité sensiblement égale au nombre inverse de celui qui exprime la circonférence du cercle dont le rayon aurait pour mesure la racine carrée du rapport entre le paramètre de la parabole et la longueur d'une ondulation.*

» Les règles que nous venons d'énoncer ne sont pas seulement applicables aux rayons transmis; le calcul prouve qu'elles s'appliquent pareillement aux rayons réfléchis et diffractés. Il prouve aussi qu'à une distance infiniment petite de la surface réfléchissante l'intensité de la lumière, dans les rayons transmis et réfléchis, est sensiblement celle que l'on obtiendrait si, l'écran venant à disparaître, il n'y avait pas de diffraction. Il prouve enfin que, si le rayon incident est polarisé rectilignement suivant un certain plan, les rayons diffractés, transmis ou réfléchis, seront polarisés suivant ce même plan.

» Lorsque la nature du second milieu devient identique avec celle du premier, alors, près de la surface réfléchissante, l'intensité de la lumière transmise se confond avec l'intensité de la lumière incidente, et le rayon réfléchi subsiste encore, avec cette circonstance remarquable que les diverses paraboles correspondent, non pas à des intensités diverses de la lumière réfléchie, mais seulement à des changements de phases. Toutefois, comme l'intensité de la lumière réfléchie est alors de l'ordre des termes que l'on négligeait dans le cas où les deux milieux étaient de nature différente; comme d'ailleurs ces termes peuvent être effectivement négligés, si la vitesse de propagation des vibrations transversales n'est pas très-petite par rapport à la vitesse de propagation des vibrations longitudinales, il en résulte que, hors ce dernier cas, les rayons réfléchis et diffractés (*) sous l'incidence perpendiculaire seront du nombre de ceux qu'il sera très-difficile d'apercevoir.

» Jusqu'à présent nous avons supposé que le rayon incident était normal à la surface réfléchissante. Supposons maintenant qu'il s'incline sur cette surface et forme avec la perpendiculaire à la surface un angle très-petit. Alors, dans chaque parabole, la corde ou section rectiligne faite par un plan parallèle à la surface décroîtra proportionnellement au cosinus de l'angle d'incidence, et en même temps le milieu de cette corde, primitivement situé sur la direction naturelle du rayon réfracté, suivra ce rayon, tandis qu'il s'inclinera par rapport à la surface réfléchissante. Par suite, chaque parabole se transformera en une autre parabole qui sera encore tangente à la surface réfléchissante, et qui aura pour axe une droite parallèle à la direction naturelle du rayon réfracté.

(*) Si les rayons dont il s'agit ici pouvaient être facilement rendus sensibles dans un milieu donné, ce serait une preuve que, dans ce milieu, le rapport entre les vitesses de propagation des vibrations transversales et longitudinales est très-petit.

» J'ai indiqué les conséquences auxquelles conduisent mes formules dans le cas où, les deux milieux étant isophanes, le rayon incident est perpendiculaire à la surface réfléchissante, ou tombe sur elle de manière que l'angle d'incidence soit peu considérable. Dans d'autres articles j'examinerai ce qui arrive lorsque l'un des milieux cesse d'être isophane, ou lorsque l'angle d'incidence devient quelconque, et en particulier ce que deviennent sous une grande incidence les rayons réfléchis et diffractés. »

ZOOLOGIE. — *Sur les singes de l'ancien monde, spécialement sur les genres* Gibbon *et* Semnopithèque; *par* M. **Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire.** (Extrait.)

« Ce travail, qui doit former le commencement de la *partie zoologique* du *Voyage aux Indes* de Victor Jacquemont, se compose de deux Mémoires, l'un sur le genre Gibbon (*Hylobates*, Illig.); l'autre sur le genre Semnopithèque (*Semnopithecus*, Fr. Cuv.). M. Isidore Geoffroy a mis à profit, pour la rédaction de ces deux Mémoires, des matériaux nouveaux dus aux recherches, soit de Jacquemont, soit de MM. Dussumier, Verreaux, Barre, Eydoux et Souleyet, Hombron et Jaquinot. A l'aide de ces précieux matériaux, il a pu reprendre, rectifier à quelques égards, et compléter l'histoire de quelques espèces déjà établies, soit par lui-même, soit par d'autres zoologistes, et enrichir d'une espèce nouvelle chacun des genres dont il traite.

» *Premier Mémoire.* — L'auteur donne le synopsis des espèces déjà décrites du genre Gibbon; espèces qui sont au nombre de neuf, non compris deux Gibbons sur lesquels on possède quelques indications, mais dont l'existence, comme espèces distinctes, ne peut être établie qu'à l'aide de documents nouveaux. Les neuf espèces présentement déterminées sont, selon l'ordre et la nomenclature adoptés par M. Isidore Geoffroy :

» 1°. *Hylobates leuciscus*, Kuhl; espèce bien connue, et sur laquelle ne s'élève aucune difficulté;

» 2°. *H. agilis*, Fr. Cuv.; espèce dont la synonymie, très-embrouillée encore il y a quelques années, a été en partie éclaircie par MM. Salomon Muller et Martin;

» 3°. *H. Rafflei*, Geoff.-S.-H., longtemps confondu avec le *Simia lar* de Linné;

» 4°. *H. albimanus*, Is. Geoffroy; *Simia albimana* de MM. Vigors et Horsfield; espèce dans laquelle M. Geoffroy-Saint-Hilaire père a le premier reconnu le vrai *S. lar* de Linné;

» 5°. *H. leucogenys*, Ogilby; espèce récemment établie, et dont la patrie reste encore inconnue;

» 6°. *H. Hoolock*, Harlan; espèce chez laquelle M. Isidore Geoffroy a constaté l'existence des callosités ischiatiques, et qui, par conséquent, présente, sans exception, tous les caractères génériques des Gibbons;

» 7°. *H. choromandus*, Og.; espèce récemment découverte dans l'Inde continentale, et dont la détermination n'est pas encore suffisamment rigoureuse;

» 8°. *H. Concolor*, Harl.; espèce à laquelle on a rapporté à tort, selon M. Isidore Geoffroy, les Gibbons bruns et fauves trouvés à Bornéo par les zoologistes hollandais qui ont récemment exploré cette île;

» 9°. *H. syndactylus*, Fr. Cuv.; espèce à l'égard de laquelle ne s'élève aucune difficulté.

» A ces neuf espèces, M. Isidore Geoffroy en ajoute une dixième récemment découverte dans la presqu'île Malaise, vers le douzième degré de latitude nord, par M. Barre, missionnaire apostolique dans l'Inde et en Malaisie. Cette espèce, dès à présent connue par trois individus de sexes et d'âges différents, a reçu de M. Isidore Geoffroy le nom de Gibbon entelloïde, *H. entelloïdes*, à cause des rapports de coloration et de patrie qu'elle présente avec le Semnopithèque entelle, si célèbre par la vénération dont il est l'objet de la part des Indous. La caractéristique de cette espèce nouvelle est la suivante :

« Pelage d'un fauve très-clair; le tour de la face blanc; face et paumes » noires; callosités petites, rondes; second et troisième doigts postérieurs » réunis par une membrane presque jusqu'à l'articulation de la première » phalange avec la seconde. »

» Ce singe se place, soit par l'ensemble de ses caractères extérieurs, soit par ses caractères crâniens, entre l'*H. syndactylus* et ses congénères à doigts non réunis, dont il se rapproche d'ailleurs beaucoup plus que du précédent.

» L'auteur compare, en terminant, la mâchoire inférieure de singe découverte à Sansan, par M. Lartet, aux parties analogues des Gibbons. M. Isidore Geoffroy pense, comme le dit expressément M. de Blainville, que le précieux fragment dû aux investigations de M. Lartet provient d'un singe *ayant quelques rapports avec le groupe des Gibbons, mais nullement d'un véritable gibbon, que l'on puisse comparer au gibbon syndactyle de Sumatra* (1). M. Isidore Geoffroy croit même que ce n'est pas parmi les Gibbons, ni, plus gé-

---

(1) *Voyez* le Rapport de M. de Blainville, *Comptes rendus*, t. V, p. 425.

néralement, parmi les singes de la première tribu (comprenant, outre les Gibbons, les Troglodytes et les Orangs), qu'il faut chercher les espèces les plus voisines du singe fossile : on les trouverait, au contraire, dans la seconde tribu des singes, parmi les Semnopithèques, spécialement parmi ceux qui ont le *talon* de la cinquième molaire inférieure peu développé, ou même rudimentaire ou nul, tel que l'espèce dont feu Escholtz avait fait un genre distinct sous le nom de *Presbytis*. « Le singe fossile, dit en terminant M. Isidore Geoffroy, n'est d'ailleurs pas non plus un vrai *Presbytis :* c'est un genre distinct, plus rapproché seulement de ce dernier » que des Gibbons, et qui, très-vraisemblablement, ne fait plus partie » de la création actuelle. Si cette conclusion est confirmée par la découverte qui pourra être faite ultérieurement des autres parties du squelette » (et, à cet égard, il suffirait d'une omoplate, d'un os pelvien, d'un sternum, ou même d'un fragment bien caractérisé de l'un de ces os), elle ne » modifiera d'ailleurs en rien les conséquences géologiques que l'on pouvait » déduire de l'existence antédiluvienne d'un gibbon dans nos terrains tertiaires. Le *Presbytis* et tous les Semnopithèques sont aussi, en effet, des » singes assez rapprochés de l'homme par leur organisation, quoique déjà » plus reculés d'un degré que les Gibbons, et ils sont exclusivement répandus, comme ceux-ci, dans l'Inde et dans ses archipels. »

» *Second Mémoire.* — Depuis le travail général que M. Isidore Geoffroy a donné, il y a douze ans, sur les Semnopithèques, plusieurs monographies de ce genre ont été publiées par divers zoologistes, entre autres, tout récemment, en Angleterre, par M. Martin; en Hollande, par M. Schlegel et M. Salomon Muller, qui, ayant passé plusieurs années dans l'Archipel indien, et vu vivantes la plupart des espèces de ce genre, était mieux à même que personne de rectifier et d'enrichir son histoire. M. Isidore Geoffroy n'a donc pu croire qu'il y eût lieu de reprendre dès à présent, dans son ensemble, des travaux si récents et faits par des observateurs habiles, placés dans des circonstances si favorables. Sans donner, comme il l'a fait pour les Gibbons, un synopsis des Semnopithèques, M. Isidore Geoffroy a donc cru devoir présenter seulement des remarques sur les caractères et les limites de ce genre, et sur celles de ses espèces dont l'étude peut enrichir la science de faits nouveaux, ou rectifier des erreurs antérieurement commises.

» Les espèces qui font le sujet de ce travail sont les suivantes :

» 1°. *S. cucullatus,* Is. Geoff. : espèce indienne, que M. Isidore Geoffroy a déjà décrite sous ce nom il y a douze ans, et sur laquelle il présente quelques remarques nouvelles ;

» 2°. *S. Dussumieri,* Is. Geoff. ; espèce de la côte du Malabar, dont la découverte est due à M. Dussumier. L'auteur, en établissant cette espèce d'après l'examen de deux individus, l'un adulte, l'autre jeune, la caractérise ainsi :

« Pelage d'un brun grisâtre sur le corps et fauve sur la tête, le col, les » flancs et le dessous du corps. Queue et membres d'un brun qui passe au » roux sur une grande partie de la queue, les avant-bras et les quatre mains. » Poils divergeant sur la tête. »

» Ce dernier caractère distingue nettement le Semnopithèque Dussumier du Semnopithèque à capuchon, espèce à laquelle les deux individus rapportés du Malabar par M. Dussumier avaient été rapportés par M. Martin, le seul qui les ait mentionnés jusqu'à présent. Le Semnopithèque Dussumier est, en somme, plus voisin de l'Entelle que du Semnopithèque à capuchon.

» 3°. *S. fulvo-cinereus,* Desmoul. M. Is. Geoffroy établit que cette espèce est purement nominale et doit être rayée de la liste des Semnopithèques. La description qu'en a faite M. Desmoulins, et les détails qu'il donne sur sa patrie, se rapportent en partie au *S. leucoprymnus*, en partie au *S. mitratus.*

» On doit également considérer comme une espèce nominale et retrancher du *systema* le *Cercopithecus albo-cinereus* de Desmarest, dans lequel on a cru à tort reconnaître le *Semnopithecus obscurus* de Reid et de Martin.

» 4°. *S. flavimanus,* Is. Geoff., espèce de Sumatra que l'auteur avait établie en 1830 d'après un seul individu en très-mauvais état, et qui avait été regardée comme douteuse par quelques zoologistes. Dans le présent Mémoire, M. Is. Geoffroy en établit définitivement l'existence à l'aide de nouveaux matériaux, et en fait connaître les caractères crâniens et dentaires.

» En présentant à l'Académie le travail que nous venons d'analyser, M. Isidore Geoffroy fait remarquer combien ont été rapides les progrès de la zoologie descriptive dans ces derniers temps, et de combien d'espèces nouvelles elle a été enrichie par les nombreux voyages de recherches que tous les gouvernements de l'Europe ont mis une louable émulation à ordonner ou à encourager. Il n'y a pas longtemps encore que tous les singes de la première tribu ne composaient qu'un seul genre, le genre Orang, dans lequel on distinguait cinq espèces : aujourd'hui la première tribu comprend trois genres, dont un seul, celui des Gibbons, compte à lui seul jusqu'à dix espèces (1). De même, tous les singes de l'ancien monde à longue queue, à

---

(1) Les deux autres sont, il est vrai, beaucoup moins nombreux. Le *Chimpanzé* est toujours la seule espèce connue de Troglodyte ; et l'état de la science ne permet de ca-

museau court ou médiocre, ne formaient, du moins pour la plupart des auteurs, qu'un seul genre, celui des Guenons ou Cercopithèques, comprenant environ vingt espèces. Présentement, au lieu d'un genre et de vingt espèces, M. Isidore Geoffroy décrit, dans un travail encore inédit, et qu'il ne peut qu'annoncer ici, jusqu'à quarante-cinq espèces, réparties ainsi : une dans le genre Nasique (*Nasalis*, Geoff.-S.-H.); quinze dans le genre Semnopithèque; neuf dans le genre Colobe (*Colobus*, Illig.); dix-huit dans le genre Guenon, tel qu'il reste circonscrit, après les divers démembrements qu'il a subis; et enfin deux dans un nouveau genre que M. Isidore Geoffroy nomme Miopithèque, *Miopithecus*, et que caractérisent à la fois plusieurs modifications très-remarquables du système dentaire et des organes des sens (1).

» Ainsi le nombre des genres s'est accru dans une grande proportion; celui des espèces a plus que doublé. Cette augmentation numérique, considérable en elle-même, paraîtra surtout telle, si l'on songe qu'il s'agit ici des animaux les plus voisins de l'homme par leur organisation, et de ceux sur lesquels, dès les premières explorations, l'attention et les recherches des voyageurs se sont dirigées d'une manière toute spéciale. »

---

ractérisei à la fois par des caractères intérieurs et extérieurs qu'un bien petit nombre d'Orangs. Dans un travail inédit dont il ne peut qu'indiquer ici les résultats, M. Isidore Geoffroy croit ne devoir admettre comme authentiques que deux espèces, l'Orang Outan (*Pithecus Satyrus*) de Bornéo et de Sumatra, et une autre de Sumatra, qu'il nomme *P. bicolor*, à cause de son pelage roux supérieurement et au milieu du ventre, et fauve blanchâtre sur le bas-ventre, les flancs, les aisselles, la portion interne des cuisses et le tour de la bouche. Les orbites, allongées et ovalaires dans la première espèce, sont, dans la seconde, quadrangulaires et à peine plus longues que larges. C'est celle-ci qui a vécu récemment à la ménagerie du Muséum.

En discutant les faits sur lesquels repose l'existence des autres espèces, M. Is. Geoffroy fait voir que les *pommettes lobifères* ne caractérisent pas en propre l'Orang à orbites elliptiques; le Pongo de Wurmb, quoiqu'on ait toujours dit le contraire, présentait ce même caractère.

(1) Ces deux espèces sont le *Talapoin* de Buffon et une espèce nouvelle, le Miopithèque chevelu (*M. capillatus*), très-voisin du Talapoin, mais un peu plus grand et à pelage d'un roux légèrement verdâtre. Quant aux caractères génériques, les principaux sont tirés de la dernière molaire inférieure, qui est petite et n'a que trois tubercules (ce genre présente seul ce caractère), et de l'encéphale et des organes des sens, très-remarquables par leur développement. Ces derniers caractères lient intimement les Miopithèques à divers singes américains, tels que les Saïmiris et les Callitriches, dont ils ont presque aussi la taille, et dont ils se rapprochent même par la disposition si caractéristique des narines.

CHIMIE ET PALÉONTOLOGIE. — *Mémoire sur les os anciens et fossiles, et sur d'autres résidus solides de la putréfaction; par* MM. **J. Girardin**, correspondant de l'Institut, *et* **Preisser**, professeur de chimie à Rouen.

« L'histoire chimique des os serait à peu près complète, si l'on connaissait tous les genres d'altération qu'ils sont susceptibles d'éprouver dans les différents terrains, par un séjour plus ou moins prolongé, et sous des influences diverses.

» Combien de faits intéressants, dit Fourcroy, n'offrira pas aux physio-
» logistes l'examen bien fait des os enfouis plus ou moins longtemps dans
» la terre, exposés à l'air ou plongés dans les eaux, et changés plus ou
» moins profondément dans leur nature intime, soit par la soustraction de
» quelques-uns de leurs matériaux constituants, soit par l'addition de quel-
» ques matières étrangères (1). »

» Nous avons voulu contribuer à combler cette lacune dans l'histoire d'une des parties les plus intéressantes de l'économie animale, en soumettant à l'analyse comparative les ossements humains des anciens tombeaux et des os d'animaux fossiles de diverses espèces, trouvés dans des terrains fort différents par leur âge et leurs caractères géologiques. Nous avons été provoqués, pour ainsi dire, à ce travail de longue haleine, par l'Académie royale des Sciences de Rouen, qui nous chargea, en 1840, d'étudier des ossements recueillis par l'un de ses secrétaires perpétuels dans des sépultures celtiques de l'Anjou. La nécessité de réunir un assez grand nombre d'échantillons d'ossements fossiles, d'âge ou du moins d'époque géologique bien déterminée, nous fit recourir à l'obligeance d'un des naturalistes les plus distingués de notre province, M. Eudes Deslongchamps, professeur à la Faculté des Sciences de Caen, dont tout le monde connaît les remarquables travaux. Ce savant zélé a mis à notre disposition une série d'échantillons de sa collection, en y joignant des renseignements très-précis sur leur origine et le lieu de leur gisement.

» Jusqu'ici aucun travail spécial de quelque étendue n'a été entrepris sur le sujet que nous avons voulu éclairer, et on ne trouve dans les ouvrages que quelques analyses isolées d'os anciens ou fossiles, qui n'ont pas permis de tirer des conclusions générales sur les divers genres d'altération que

(1) Fourcroy, *Système des Connaissances chimiques*, t. IX, p. 289.

ces produits subissent dans le sol. Les chimistes qui ont fait ces analyses sont Hatchett, Fourcroy et Vauquelin, Morichini, Klaproth, Brandes, Proust, MM. Chevreul, Braconnot, Apjohn et Stokes, Lassaigne, Pelouze et d'Arcet.

» Les os sur lesquels nous avons opéré sont de deux sortes : les uns sont des ossements humains provenant de sépultures antiques ou de cavernes à ossements; les autres sont des os d'animaux fossiles qui ont séjourné directement dans le sol.

» Parmi les premiers, nous avons analysé :

» Un fragment de mâchoire inférieure humaine provenant du célèbre tumulus de Fontenay-le-Marmion, près de Caen, qui paraît être de beaucoup antérieur à la conquête de César;

» Un fragment de mâchoire inférieure humaine, trouvé dans un tombeau gallo-romain, à Blainville, près de Caen;

» Des fragments de tibia retirés du même tombeau;

» Des os humains de squelettes celtiques trouvés à Rochemenier, arrondissement de Saumur (Maine-et-Loire);

» Des os humains trouvés dans un tombeau romain à Lillebonne (Seine-Inférieure);

» Une portion de cubitus gauche humain de la caverne de Mialet (Gard), si bien explorée par M. Teissier;

» Une vertèbre trouvée dans un tombeau gallo-romain, à Rouen, remarquable par la brillante couleur de vert minéral qu'elle offrait dans toute sa substance.

» Parmi les seconds, nous avons examiné :

» Un os métacarpien d'ours fossile de la caverne de Mialet (Gard);

» Une défense fossile d'éléphant trouvée dans un terrain d'alluvion, aux environs de Saint-Pierre-sur-Dives (Calvados);

» Une vertèbre de *Plesiosaurus dolichodeirus* trouvée dans l'argile de Dives (Oxford-Clay) du terrain jurassique;

» Le tissu spongieux et le tissu compacte d'un grand os du *Pœkilopleuron Bucklandii*, découvert dans le calcaire de Caen, aux carrières de la Maladrerie;

» Des portions de côte d'*Ichthyosaurus* trouvées dans l'argile de Dives;

» D'autres portions de côte du même animal trouvées dans la craie chloritée;

» Des fragments d'os de la tête d'un *Ichthyosaurus* trouvés dans le calcaire de Caen;

» Des os fossiles d'un mammifère marin, voisin des Lamentins, du terrain tertiaire des environs de Valognes;

» Un fragment roulé très-probablement de l'*Otarie à crinière*, du détroit de Magellan;

» Des fragments d'écailles de *Teleosaurus* trouvés à Allemagne, aux portes de Caen, dans le calcaire jurassique.

» Nous avons analysé, en outre :

» Une moitié d'écaille non fossile du crocodile vulgaire du Sénégal;

» Un coprolite d'*Ichthyosaurus* de Lyme-Regis, en Angleterre, donné par le professeur Buckland;

» Enfin des chairs momifiées provenant de cadavres inhumés en 1317 dans l'église de Saint-Pierre de Caen.

» Nous demandons la permission à l'Académie, pour ne pas fatiguer sa bienveillante attention, de passer toute la partie du Mémoire qui renferme les détails historiques et les analyses chimiques relatifs à chacun de nos échantillons, et d'arriver immédiatement aux conclusions que nous croyons pouvoir formuler.

» Voici ces conclusions :

» 1°. Dans tous les terrains, les os, au bout d'une période de temps plus ou moins longue, éprouvent des modifications profondes dans leur constitution chimique. Leurs principes changent de rapport : les uns augmentent, les autres diminuent en quantité; certains disparaissent, et quelquefois aussi de nouveaux viennent s'ajouter à ceux qui préexistaient.

» 2°. Les os résistent d'autant plus longtemps, toutefois, qu'ils sont placés dans des terrains plus secs, et qu'ils sont soustraits plus complétement à l'action de l'air et de l'eau. Dans les sols sableux, dans les sols calcaires, ils présentent généralement moins d'altération que dans les sols argileux, toujours plus ou moins humides, au moins dans la première partie de leur épaisseur. Le degré d'altération qu'ils offrent ne dépend, en aucune manière, de l'âge de la couche minérale dans laquelle ils sont enfouis, mais uniquement des conditions de sécheresse et d'humidité auxquelles ils ont été soumis pendant la durée de leur enfouissement. C'est ainsi que les os fossiles des terrains secondaires sont, fort souvent, beaucoup moins modifiés dans leur constitution que les os fossiles des terrains plus modernes. C'est encore ainsi que, dans certaines cavernes à ossements, les os s'y sont conservés presque intacts, tandis que, dans d'autres cavernes de terrains de même formation, les os sont profondément altérés, ce qui tient uniquement, comme toutes les circonstances le démontrent, à ce que, dans

les premières, une cause quelconque a mis obstacle au séjour de l'eau, tandis que, dans les secondes, l'eau a pu y pénétrer et s'y renouveler facilement.

» 3°. L'altération porte principalement sur la matière organique ou le tissu cellulaire conversible en gélatine. Elle est quelquefois intacte, mais ordinairement plus ou moins modifiée. Sa proportion est toujours inférieure à celle qui existe dans les os récents, mais cette proportion est elle-même très-variable; parfois elle manque complétement. Cela arrive surtout dans les os qui ont eu le contact de l'air ou qui ont été enfouis dans des terrains humides ou traversés par des filets d'eau. L'ammoniaque, provenant de la décomposition d'une partie de la matière organique, saponifie le reste et le rend soluble dans l'eau. Cette action, du reste, est d'autant plus lente, qu'elle s'exerce sur des os plus compactes et plus épais.

» 4°. Dans les os humains anciennement enfouis, aussi bien que dans les os fossiles d'animaux, il y a toujours une bien plus grande quantité proportionnelle de sous-phosphate de chaux que dans les os récents. Dans certaines circonstances qui ne sont pas connues, ce sel éprouve des modifications curieuses, par suite desquelles il se trouve converti, en grande partie, en phosphate sesquicalcique qui cristallise en petits prismes hexagones à la surface des os. Cette transformation s'effectue sans perte ni accroissement de principe, et uniquement par un simple changement dans les rapports ou la position des atomes élémentaires du sel, de telle manière que le sous-phosphate des os, qui a une composition anormale, $8\,CaO,\ 3\,P^2O^5$, donne naissance à deux nouvelles variétés plus stables : phosphate neutre et phosphate sesquibasique, dont la production s'explique aisément au moyen de l'équation suivante :

$$8\,CaO,\ 3\,P^2O^5 = (2\,CaO,\ P^2O^5) + 2(3\,CaO,\ P^2O^5).$$

C'est très-probablement la tendance du phosphate sesquicalcique à cristalliser qui provoque sa formation. Bien des faits prouvent la mobilité des éléments du phosphate de chaux et la propriété dont il jouit de subir de légers changements dans sa constitution; sans ces deux circonstances, il ne pourrait pas remplir dans l'économie animale et végétale, comme l'observe M. Berzélius, les fonctions qui le rendent si important.

» Cette métamorphose du sous-phosphate de chaux des os en deux autres variétés du même sel, opérée sous l'influence de la putréfaction, est un

fait fort curieux. Il est à noter que les cristaux de phosphate sesquicalcique, qui se produisent ainsi à la surface et dans l'intérieur des os enfouis sous terre, sont identiques avec la *phosphorite cristallisée* des minéralogistes, seule variété de phosphate de chaux qui existe dans la nature comme espèce minérale.

» Fourcroy et Vauquelin disent avoir constaté, dans les mêmes circonstances, la production de phosphate acide de chaux; mais ce dernier fait laisse des doutes.

» C'est certainement aux dépens du sous-phosphate de chaux des os que sont formés, par voie sans doute de double décomposition, les phosphates de fer et de manganèse, et parfois le phosphate de magnésie, qu'on rencontre en proportions généralement plus fortes dans les os fossiles que dans les os récents.

» M. Berzélius dit, dans son *Traité de Chimie* (t. VII, p. 474), qu'il n'est pas certain que la magnésie soit à l'état de phosphate dans les os récents, et qu'il est probable qu'elle ne s'y trouve qu'à celui de carbonate Nos expériences nous ont démontré que dans les os récents, aussi bien que dans les os fossiles, la magnésie est toujours combinée à l'acide phosphorique. Il n'y a aucune trace de carbonate de magnésie dans ces deux sortes d'os, comme il est facile de s'en convaincre en les traitant, après leur calcination, par l'acide acétique.

» 5°. Dans les os d'animaux fossiles, il y a toujours plus de carbonate de chaux que dans les os humains anciennement enfouis, et dans ces derniers la proportion de carbonate calcaire est généralement plus faible que dans les os récents.

» L'abondance de ce sel dans les os fossiles provient-elle d'infiltrations calcaires, ou de ce que les animaux antédiluviens avaient un tissu osseux plus riche en carbonate de chaux que les animaux de l'époque actuelle? C'est là une question qu'il n'est pas facile de résoudre. Cependant lorsqu'on voit, par nos analyses, que les os de l'*Ichthyosaurus*, trouvés dans des sols calcaires, ne contiennent que 10 à 17 pour 100 de carbonate de chaux, tandis que les mêmes os, trouvés dans l'argile de Dives, renferment jusqu'à 31 pour 100 du même sel; lorsqu'on voit, d'un autre côté, que des os humains (ceux de Rochemenier, *analyse* 4), qui évidemment ont été lavés par des eaux calcaires, puisqu'ils sont enveloppés d'une couche de ciment calcaire, offrent à l'analyse plus de carbonate de chaux que les autres espèces d'os humains anciens, on est porté à admettre que c'est par voie d'infiltration que le sel calcaire est devenu si prédominant dans les os fossiles.

» 6°. Nous n'avons pu reconnaître la moindre trace de fluorure de calcium dans les os humains anciennement enfouis, tandis que nous en avons toujours trouvé dans les os d'animaux fossiles.

» L'existence de ce sel dans les os récents d'homme et d'animaux est plus que douteuse. Morichini et M. Berzélius sont, pour ainsi dire, les seuls chimistes qui en aient accusé la présence dans les os récents. Nous l'y avons vainement cherché, et Klaproth (1) et M. Rees n'ont pas été plus heureux que nous Ce dernier chimiste affirme qu'il n'y a point de composés fluoriques dans les matières vivantes, et il prétend que ce qui a induit en erreur à cet égard, c'est le procédé suivi pour rechercher l'acide fluorique, procédé qui a fait prendre pour cet acide l'acide phosphorique qu'entraîne à la distillation l'acide sulfurique qu'on fait réagir sur les os (2). Il est bien difficile d'admettre qu'un chimiste aussi exercé que M. Berzélius ait pu commettre une pareille méprise. Quoi qu'il en soit, il ressort toujours de ces faits contradictoires que la présence du fluorure de calcium dans les os récents, s'il y en a réellement, est purement accidentelle et non constante; et que, puisque ce sel existe dans tous les os fossiles, il faut nécessairement qu'il y parvienne par voie d'infiltration du dehors, car la *minéralisation* ou la *fossilisation* n'a pas plus le pouvoir de créer des matières minérales de toutes pièces, que la *force vitale* dans les organes vivants.

» De la présence constante du fluorure de calcium dans les os fossiles proprement dits, et de l'absence ou de l'extrême rareté de ce sel dans les os récents, on peut tirer un caractère certain pour prononcer sur l'origine de certains ossements enfouis dans les cavernes ou dans les couches minérales du sol. Lors donc que l'analyse démontre dans un ossement inconnu du fluorure de calcium en proportions notables, il y a mille à parier contre un que c'est un os fossile d'animal antédiluvien, et non un os humain.

» Nous n'hésitons pas, d'après cela, à considérer comme *fossile* le fragment roulé de l'*Otarie à crinière* du détroit de Magellan, que M. E. Deslongchamps nous a envoyé sous l'étiquette d'*os non fossile*, car nous y avons trouvé une énorme proportion de fluorure de calcium associé à de la silice, 22, 21 pour 100 (*analyse* 17).

» 7°. La silice et l'alumine qu'on trouve dans beaucoup d'os fossiles ou anciennement enfouis, et parfois en très-fortes quantités, sont, pour ainsi dire, étrangères à la constitution des os, et viennent manifestement du sol.

---

(1) Klaproth, *Journal de Physique*, t. LXII, p. 225.

(2) Rees, *The Athenæum*, 1839, p. 675. — *Edimb. Journal*, janvier 1840.

» 8°. La coloration de certains os anciennement enterrés ou de quelques os fossiles n'est pas toujours due à la même substance.

» Il y a des os humains (*analyse* 7) dont la belle couleur verte est due à du carbonate de cuivre.

» D'autres doivent leur couleur violette ou pourpre à une matière colorante organique.

» Les os fossiles colorés en bleu, en bleu verdâtre ou en vert, doivent leur teinte à du phosphate de fer.

» 9°. Les concrétions connues des géologues sous le nom de *coprolites* sont bien, ainsi que l'avait pensé le professeur Buckland, des excréments ou plutôt des excrétions urinaires et fécales des *Ichthyosaurus* et autres grands reptiles fossiles, excrétions analogues aux urines boueuses des serpents et autres reptiles de notre époque, puisque nous y avons trouvé des urates alcalins en proportions très-notables, accompagnés de phosphate, de carbonate et d'oxalate de chaux. La composition de ces coprolites les rapproche tout à fait du *guano* des îles de la mer du Sud.

» 10°. La chair momifiée, ou plutôt le dernier résidu de la putréfaction des cadavres, ce qu'on appelle enfin vulgairement le *terreau animal*, renferme, en proportions très-considérables, une matière organique très-riche en carbone et en azote, identique par ses propriétés et sa composition élémentaire avec l'*acide azulmique* de Polydore Boullay.

» La formation de cet acide, pendant la putréfaction des chairs, n'a rien qui doive surprendre, puisqu'on sait qu'il prend naissance dans la décomposition spontanée de l'acide cyanhydrique pur en vases fermés, dans celle du cyanhydrate d'ammoniaque, du cyanogène dissous dans l'eau, dans la réaction du cyanogène sur les bases alcalines, qu'il se produit enfin aux dépens de presque tous les composés cyaniques. Or, dans la putréfaction des matières animales il se forme, comme on sait, beaucoup de ces composés cyaniques dont une partie peut facilement, sous l'influence de l'eau ou des bases alcalines toujours présentes, se métamorphoser en acide azulmique, qui a pour formule C^5Az^2H. Polydore Boullay a d'ailleurs démontré que la gélatine, chauffée avec la potasse caustique, se convertit en partie en acide azulmique. Cette transformation que la chaleur détermine, l'action lente du temps peut également l'accomplir; car ce sont deux influences qui se remplacent fort souvent dans les réactions chimiques. Il n'y a donc rien d'anormal dans cette production spontanée de l'acide azulmique pendant la putréfaction lente des cadavres enfouis sous terre, et ce fait curieux, que nous avons eu le bonheur de découvrir, s'explique très-facilement.

» 11°. Certains os fossiles, retenant une certaine quantité d'eau hygroscopique (*analyses* 8, 10, 15, etc.), on s'exposerait à commettre des erreurs graves dans le dosage de la matière organique, si l'on calculait la quantité de celle-ci par la perte que les os subissent par la calcination. Cette remarque avait déjà été faite par M. Berzélius.

» Telles sont les principales conséquences que nous avons cru pouvoir déduire de nos recherches sur les os anciens et fossiles, et sur quelques autres résidus de la putréfaction des corps. Les faits nouveaux que ces recherches nous ont dévoilés doivent maintenant prendre rang dans l'histoire des phénomènes de la décomposition spontanée des matières organiques, sujet aussi vaste qu'intéressant, qui est encore bien loin d'être épuisé, et dont l'étude plus approfondie promet une riche moisson de découvertes curieuses à ceux qui voudront ou pourront s'y livrer avec suite et habileté. »

Communication de M. **Becquerel** *à l'occasion de la présentation du premier volume de la* Physique appliquée. (*Voir* au *Bulletin bibliographique.*)

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie le premier volume d'un *Traité de Physique considérée dans ses rapports avec la Chimie et les sciences naturelles.* Cet ouvrage étant conçu sur un plan nouveau, je prends la liberté de lui exposer la marche que j'ai suivie, afin qu'elle puisse avoir une idée du but que je me suis proposé dans cette publication.

» Depuis la fin du siècle dernier, et même le commencement de celui-ci, la Physique et la Chimie ont pris un tel essor, qu'elles peuvent aujourd'hui se prêter un mutuel appui, et répandre de vives lumières sur la Physiologie et les diverses branches des sciences naturelles. Pendant longtemps ces sciences sont restées isolées, parce qu'il fallait d'abord les développer et les étendre, afin de songer à trouver entre elles des rapports, c'est-à-dire découvrir des faits, les étudier sous toutes leurs faces, puis les classer et les analyser, afin d'arriver à la connaissance des principes, en évitant toutefois de s'élever trop rapidement des faits particuliers aux principes généraux, comme on est souvent trop enclin à le faire. Mais si la méthode analytique, qui consiste à diviser pour arriver plus sûrement aux principes, produit de grands résultats, il ne faut pas l'adopter à l'exclusion de la méthode synthétique, qui rapproche les parties pour arriver au même but, surtout lorsque l'on considère une science dans ses rapports avec plusieurs autres. Cette dernière méthode doit être employée pour cimenter, entre

les sciences physiques, chimiques et naturelles, l'alliance qu'on cherche à établir de toutes parts depuis que les faits débordent les cadres dans lesquels on cherche à les renfermer, et offrent des rapports plus ou moins faciles à saisir.

» Avant d'entrer en matière, j'ai cru convenable de présenter un tableau assez étendu des progrès de la Physique générale, dans ses rapports avec les sciences qui en dépendent et la civilisation, depuis les temps les plus anciens jusqu'à notre époque. En agissant ainsi, je me suis écarté, à la vérité, de la route suivie dans les Traités ordinaires de Physique; mais aussi l'ouvrage est conçu sur un plan tout à fait différent. Dans ces traités, on s'occupe particulièrement des principes généraux, tandis que dans mon ouvrage, tout en présentant ces principes d'une manière différente, je m'attache surtout aux applications et aux rapports, de sorte qu'un précis historique devenait nécessaire. Je me suis occupé ensuite des forces qui régissent la matière, et dont j'ai fait une étude toute spéciale. Les molécules des corps sont soumises à plusieurs systèmes de forces qui produisent des actions attractives et des actions répulsives : suivant que les premières l'emportent sur les secondes ou sont vaincues par elles, les corps sont solides, liquides ou gazeux. Les molécules étant tenues à des distances plus ou moins grandes, suivant l'état des corps, il existe donc entre elles des espaces interstitiels où les agents impondérables luttent sans cesse avec les principes matériels. C'est dans ces espaces, dont l'étendue échappe à nos sens, que s'opèrent les phénomènes de l'électricité, de la chaleur, de la lumière, des affinités et de l'attraction moléculaire. C'est donc là que l'on doit chercher les agents producteurs, pour étudier leurs propriétés et la masse d'action de chacun d'eux sur les molécules. Pour atteindre ce but, il faut, après avoir acquis une connaissance de ces corps, constater l'existence des agents impondérables, les retirer des espaces intermoléculaires par tous les moyens possibles, et examiner ensuite comment ils concourent, soit isolément, soit simultanément, à la composition, à la formation des corps, et enfin chercher le mode d'action de chacun d'eux pour modifier les propriétés physiques des corps jusqu'au point de les décomposer. Mais comme la Physique, envisagée sous ce point de vue, ne peut être cultivée fructueusement qu'autant que l'on possède des notions générales sur la formation et la structure des corps, s'ils sont bruts, et leur organisation, s'ils appartiennent aux classes des animaux et des végétaux, j'ai cru convenable, en conséquence, d'exposer les données les plus indispensables à cet égard. En agissant ainsi, j'ai voulu éviter au lecteur qui ne s'en

serait pas occupé, la peine de recourir à des ouvrages spéciaux, dans lesquels ces données ne seraient peut-être pas présentées dans un cadre assez resserré pour en prendre sur-le-champ une idée générale. Autre considération : dans la Physique appliquée, chaque corps est considéré comme un instrument dont on interroge toutes les parties pour en obtenir des effets dépendants de leur constitution ou de leur organisation et de leurs rapports réciproques. Mais, de même que l'on décrit un instrument avec lequel on doit expérimenter, de même aussi il faut avoir des notions sur les corps dont on veut étudier les propriétés physiques.

» Les détails dans lesquels je viens d'entrer pourront donner à l'Académie une idée de l'ouvrage que je publie dans ce moment, et dont le second et dernier volume paraîtra dans le courant ou vers la fin de l'année prochaine. »

M. **Francoeur** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de son « Mémoire sur l'Aréométrie ». (Voir au *Bulletin bibliographique.*)

RAPPORTS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport sur des hélices destinées à l'impulsion des bateaux à vapeur, présentées par* M. **Sauvage**.

(Commissaires, MM. Poncelet, Coriolis, Piobert, Séguier rapporteur.)

« De louables efforts sont tentés pour substituer aux roues à aubes des bateaux à vapeur, des organes d'impulsion moins volumineux, mieux appropriés au service maritime, plus en rapport avec l'armement militaire. Déjà plusieurs tentatives de ce difficile problème vous ont été présentées, et l'appareil dit palmipède, de M. de Jouffroy, fils de celui qui le premier a fait naviguer avec succès un grand bateau à l'aide de la vapeur, a reçu votre approbation.

» La France, qui a vu naître, en 1788, à Baume-les-Dames, l'invention de la navigation à vapeur, aura encore l'honneur de voir éclore chez elle ses plus importantes modifications. Aujourd'hui, nous venons un instant réclamer votre bienveillante attention en faveur d'expériences tentées par un ex-constructeur français de Boulogne-sur-Mer, devenu mécanicien fort ingénieux. Vous trouverez, messieurs, quelque opportunité dans la demande que vous a adressée M. Sauvage, afin de répéter sous les yeux

d'une Commission, avec des modèles construits à l'échelle, les expériences auxquelles il s'est déjà livré plus en grand, si nous vous disons qu'en ce moment même des ingénieurs anglais importent en France les mêmes idées, dont M. Sauvage a pris le soin de se garantir la propriété par un brevet, pris déjà à une époque assez reculée.

» Le moyen d'impulsion soumis à l'examen de votre Commission consiste dans la substitution d'hélices aux roues latérales. M. Sauvage propose d'armer les navires de guerre de deux organes de ce genre, complétement immergés, et appliqués au navire sous les formes rentrées de l'arrière ; en terme de marine, sous les fesses du navire.

» L'installation de ces organes, qui agissent dans une direction parallèle à la quille, peut se faire sans aucune modification notable à la construction marine actuelle. Ses hélices sont composées d'une seule révolution autour de leur axe, et dont le pas est égal au diamètre; elles diffèrent essentiellement d'organes de même nature, proposés par ses rivaux d'outre-mer, et acceptés par l'administration de la marine à titre d'essai, pour un des vaisseaux de l'État.

» L'inventeur français, convaincu par de nombreuses expériences que la forme par lui définitivement adoptée est préférable à toute autre, a desiré que vous en fussiez juges; nous avons l'honneur de vous rendre compte de ce qui s'est passé sous nos yeux.

» Un modèle de brick de guerre a été pourvu de deux hélices à une seule révolution continue : un mouvement rotatoire rapide ayant été communiqué à ces organes au moyen d'un mécanisme d'horlogerie, le petit navire a été capable de faire équilibre à un poids de 200 grammes après lequel il était amarré, et sur lequel il agissait à la façon d'un bateau remorqueur. Des hélices de même surface, mais divisées en deux sections, ont été substituées aux précédentes, pour que le navire ainsi installé restât capable de faire équilibre au poids; il a dû être réduit à 180 grammes. Des hélices divisées en trois parties, mais représentant toujours exactement la même surface de point d'appui sur le liquide dans leur développement total, ayant à leur tour remplacé les secondes, le poids, pour être soutenu en équilibre, a dû être ramené à 140 grammes. M. Sauvage, par des expériences plusieurs fois répétées, trouve que la puissance de son hélice, comparée à celle des autres d'une construction différente, est dans un rapport comme 20 est à 18 et à 14.

» M. Sauvage est jaloux d'assurer à la France la priorité d'une application qu'il a lui-même portée à un degré de perfectionnement supé-

rieur à celui atteint par ses concurrents; il aurait voulu rendre l'Académie tout entière spectatrice de ces essais pleins d'intérêt, quoique répétés sur une très-petite échelle. La Commission conclut des expériences auxquelles elle a assisté, qu'à l'échelle de ces essais, des hélices d'une simple révolution, mais continue, sont préférables à des hélices à doubles ou triples filets, ne faisant chacune qu'une demie ou un tiers de révolution, quoique offrant toutes en somme une surface égale. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Remarques à l'occasion du Mémoire de* M. Maurice *sur l'invariabilité des grands axes; par* M. WANTZEL.

(Commissaires, MM. Cauchy, Sturm, Duhamel.)

« M. Maurice s'est efforcé de répondre, dans la séance du 19 septembre, à une objection formulée par M. Liouville dans une séance précédente. Voici une autre considération qui me semble renverser toute la démonstration, lors même que la réponse de l'auteur pourrait être regardée comme suffisante.

» En supposant, avec M. Maurice, que l'inégalité du grand axe du deuxième ordre, par rapport aux masses, puisse se mettre sous la forme

$$\delta a_2 = \Sigma \mathrm{A}n(t + l),$$

et que

$$d.\delta a_2 = ndt\Sigma\mathrm{A} + ndl\Sigma\mathrm{A},$$

on ne peut pas néanmoins conclure que $\Sigma\mathrm{A}$ est nul. En effet, il est vrai que si l'on remplace dl par $-\frac{2a^2}{\mu}\frac{d\mathrm{R}}{da}dt$, on introduit un terme affecté de $\frac{d\mathrm{R}}{da}$ qui ne doit pas entrer dans l'expression complète de δa; mais ce terme est du troisième ordre par rapport aux masses, et doit être rejeté de la valeur de $d.\delta a_2$ sans qu'on en puisse conclure qu'il est nul, car il pourrait se réduire avec d'autres termes tirés de δa_3.

» On voit donc que la démonstration de l'auteur ne s'applique même pas aux termes du second ordre. »

CHIRURGIE. — *Sur les rétrécissements de l'urètre; par* M. CIVIALE.

(Commission précédemment nommée.)

« J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie un Mémoire imprimé, mais non encore publié, sur l'anatomie pathologique des rétrécissements de l'urètre. Dans ce travail, dont un extrait fut présenté à l'Académie il y a quelques mois, j'ai examiné trois questions importantes, savoir : Quels sont les états morbides qui constituent les rétrécissements urétraux? A quels états matériels ceux-ci donnent-ils lieu quand on les néglige? A quels désordres exposent, dans le traitement, les préceptes établis par les ouvrages de chirurgie?

» Aucune de ces questions n'avait été approfondie jusqu'ici, parce que les faits manquaient. En réunissant ceux qui existent dans les livres, ceux que m'a fournis depuis vingt ans une pratique très-étendue, et ceux que j'ai récemment recueillis dans les riches musées de Londres, j'ai pu espérer d'y porter enfin quelque lumière.

» 1°. Généralement on suppose que la lésion organique qui constitue le rétrécissement est une production accidentelle développée à la surface interne du canal, dont elle diminue le calibre, et on se propose de détruire cette production. J'ai prouvé qu'au lieu de siéger à la surface du canal, l'altération, quoique variable suivant les cas, occupe l'épaisseur de ses parois, que la membrane muqueuse la recouvre, et ne diffère même pas sensiblement de ce qu'elle est sur les points non atteints. Cette seule démonstration fait ressortir les vices des méthodes de traitement accréditées, qui ne peuvent détruire la production morbide qu'en détruisant les parois elles-mêmes de l'urètre.

» 2°. Le siége des retrécissements n'avait point été déterminé avec précision. On le plaçait surtout à la partie membraneuse de l'urètre. J'ai démontré qu'on n'en rencontre point dans cette portion du canal. D'où il suit qu'en portant sur elle le caustique ou l'instrument tranchant, comme on le fait si souvent, c'est sur les parties saines, et non sur les points malades, qu'on agit.

» 3°. Jusqu'ici les mêmes moyens ont été appliqués à tous les rétrécissements, sans distinction de siége. J'ai établi que, ceux-ci n'étant pas de même nature au méat urinaire, à la partie spongieuse et à la courbure sous-pubienne, c'est-à-dire dans les trois points où ils se rencontrent le plus souvent, la méthode à suivre ne saurait être la même dans tous les cas.

» 4°. On avait remarqué depuis longtemps que, parvenus à un certain degré, les rétrécissements urétraux produisent des effets fort différents, même dans des cas en apparence analogues; mais on n'avait pas saisi la cause de cette différence. J'ai fait voir que cette cause tient à l'état auquel passe la vessie, qui tantôt s'atrophie, tantôt s'hypertrophie, distinction de la plus haute importance sous le point de vue du diagnostic et de la thérapeutique, puisque les lésions qui surviennent dans la partie profonde de l'urètre ne sont et ne sauraient être les mêmes dans les deux cas.

» 5°. On pense généralement que les principales altérations organiques existent dans la portion rétrécie de l'urètre. J'ai mis en toute évidence que cette opinion est fausse, que les désordres les plus importants sont ceux qui surgissent derrière la coarctation. Cette donnée a beaucoup de portée; car faire connaître le véritable siége du mal, c'est mettre à même de l'atteindre ou, s'il est déjà réfractaire, conduire à ne pas tourmenter un malheureux malade par des moyens qui ne font qu'ajouter à ses souffrances, quand ils n'abrégent pas ses jours.

» 6°. Ce n'était pas seulement le siége, mais encore la nature des désordres survenus dans la partie profonde de l'urètre, derrière le rétrécissement, qu'il fallait déterminer. C'est ce que je crois avoir fait, en déroulant le long tableau des phlegmasies chroniques qui envahissent cette région du canal, le col et le corps de la vessie, des ulcérations, des abcès, des infiltrations urineuses qui en sont la conséquence, de l'ampliation des parties membraneuse et prostatique de l'urètre, de la dilatation des conduits prostatiques et séminifères, enfin des états morbides de la prostate et du col vésical, si peu connus jusqu'ici, et pourtant si dignes de l'être, en raison surtout des changements qu'ils impriment à la direction du canal excréteur de l'urine. Les faits que j'ai recueillis ont fait disparaître ce qu'il y avait de plus vague et de plus incertain dans cette importante branche de la pathologie chirurgicale, et mis sur la voie de prévenir ou au moins de diminuer les accidents de la pratique ordinaire.

» 7°. Je me suis surtout attaché à faire ressortir les désordres qu'entraînent le cathétérisme et les divers agents curatifs employés contre les rétrécissements. Il suffit, en effet, de promener ses regards sur les collections de pièces pathologiques pour être frappé de la fréquence des fausses routes au col de la vessie, et dans la partie de l'urètre située derrière le rétrécissement, alors même qu'on croirait à l'impossibilité de s'égarer. Mais, en signalant de tels malheurs, l'anatomie pathologique enseigne à les prévenir. »

MÉDECINE. — *Sur certains cas de névralgie et de surexcitation nerveuse, dans lesquels la surface du corps des malades est fortement électrique et donne des étincelles*. Note de M. **Ducros.**

(Commission nommée pour de précédentes communications du même auteur.)

MATHÉMATIQUES. — *Nouvelle théorie des rapports et des proportions, suivie d'un théorème général sur les proportions dont les rapports sont incommensurables; nouvelle théorie des parallèles; par* M. **Marchand.**

(Commissaires, MM. Lacroix, Sturm, Francœur.)

M. **Benevel de la Chiesa** soumet au jugement de l'Académie le projet d'un *nouveau télégraphe*,

Et M. **Dujardin** celui d'un *télégraphe de nuit*, dans lequel il fait usage de verres diversement colorés.

Ces deux Notes sont renvoyées à l'examen de la Commission chargée de faire un Rapport sur plusieurs communications relatives à la télégraphie.

M. **Devismes** adresse une Note ayant pour objet de repousser les accusations de plagiat qui ont été portées contre lui à l'occasion du fusil à chambres tournantes qu'il avait présenté dans la séance du 26 septembre.

« Dans les pistolets américains, dit M. Devismes, comme dans ceux que l'on fait sur le même modèle en Belgique, il y a autant de canons que de coups à tirer; dans mon fusil il n'y a qu'un seul canon pour les six coups. J'ai tout simplement greffé mon système sur le système de rotation déjà connu. Quant au fusil à cinq coups de M. P. Mathieu, il n'y a entre cette arme et la mienne aucune analogie mécanique. J'ajouterai que je n'ai pas pris de brevet d'invention pour cette arme, d'où il est résulté qu'on a pu en fabriquer sur le même modèle sans avoir besoin de mon autorisation, et qu'on a en effet présenté une de ces copies comme pièce de conviction contre moi. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. *le Secrétaire*, après avoir donné communication de cette pièce, ajoute qu'il a reçu une réponse anticipée à la Lettre que M. Devismes avait annoncé l'intention d'écrire. Il y a dans cette précipitation quelque chose de si inso-

lite, que le Bureau a cru devoir regarder la communication comme non avenue.

M. **Verdier** soumet au jugement de l'Académie un nouveau système de siéges inodores.

(Commissaires, MM. Payen, Séguier, Francœur.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre du Commerce et de l'Agriculture** adresse pour la bibliothèque de l'Institut un exemplaire du XLVe volume des *Brevets d'invention expirés.*

M. **Arago** présente, de la part de M. **Demidoff**, les tableaux des observations météorologiques faites à Nijné-Taguilsk pendant les six premiers mois de 1842, et en fait ressortir toutes les singularités.

M. **Begin** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place vacante dans la section de Médecine et de Chirurgie par suite de la mort de M. *Larrey*. M. Begin joint à cette demande une Notice imprimée sur ses travaux.

(Renvoi à la section de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Leymerie** adresse une demande semblable pour la place devenue vacante dans la même section par le décès de M. *Double*.

(Renvoi à la section de Médecine et de Chirurgie.)

PHYSIQUE DU GLOBE. — M. de **Humboldt** communique un Mémoire qu'il a reçu de M. *Agassiz*. Nous en extrairons quelques faits qui ne se trouvent pas dans les lettres de ce jeune naturaliste à M. Arago déjà insérées au *Compte rendu :*

« Je suis parvenu à retirer le thermométrographe qui avait passé l'hiver à 24 pieds de profondeur, et dont la gaîne était prise dans la glace compacte que nous avons fait fondre jusqu'à cette profondeur par des immersions d'eau bouillante. Le flotteur marquait $-0^{\circ},3$ centigrade. J'ai ensuite vé-

rifié le zéro, qui coïncidait parfaitement avec le zéro de l'échelle, en sorte qu'il n'y a eu bien réellement qu'un abaissement de 0°,3 à 24 pieds de profondeur pendant l'hiver.

» Avant de m'en aller je descendrai de nouveau plusieurs thermométrographes dans le glacier, à diverses profondeurs, pour vérifier encore ce résultat l'année prochaine. J'ai derechef constaté qu'il s'infiltre une quantité d'eau considérable à différentes profondeurs dans le glacier, tant de jour que de nuit. La moyenne de 16 jours, dans le trou de 200 pieds, a été de 5 pieds pendant le jour et de 3 $\frac{1}{4}$ pieds pendant la nuit; dans le trou de 100 pieds, la moyenne de 8 jours a été de $\frac{3}{4}$ de pied pendant le jour et de 1 pied pendant la nuit. Il est digne de remarque que la quantité d'eau accumulée dans ces trous a toujours été beaucoup moindre pour les jours de pluie que pour les jours chauds, et cela s'explique facilement quand on réfléchit à la quantité énorme de glace qui se fond chaque jour sur le glacier lorsque la journée est chaude et que l'on compare cette ablation de la surface à l'effet de la pluie. L'anomalie que semble offrir l'infiltration dans le trou de 100 pieds s'explique par le fait que probablement l'eau qui s'accumule de jour à cette profondeur, au lieu de séjourner, continue à filtrer plus bas. Quant à l'ablation de la surface du glacier, due à la fonte et à l'évaporation, elle a été, en somme, de 11 pieds 8 pouces en 49 jours; mais c'est presque uniquement de jour qu'elle avait lieu, et surtout par les jours secs et chauds; la pluie, quelque abondante qu'elle fût, enlevait beaucoup moins de la surface qu'une journée chaude, à peine la moitié, et rendait la surface du glacier tellement lisse, qu'au lieu de s'infiltrer, l'eau s'écoulait rapidement dans les crevasses et dans les trous de cascade qui pénètrent à d'assez grandes profondeurs; tandis que, par des jours chauds, toute la surface devient spongieuse et très-raboteuse, et l'eau de fonte s'écoule plus difficilement. Les tentatives que j'ai faites pour déterminer la durée de l'écoulement de la masse d'eau qui pénètre dans l'intérieur du glacier, jusqu'à sa sortie dans l'Aar, ne m'ont encore donné aucun résultat positif, et je désespère d'y parvenir, à moins de construire un râtelier à l'extrémité inférieure du glacier, pour déterminer la hausse et la baisse de l'Aar avant sa jonction avec les eaux de la partie inférieure du Grimselgrund.

» Une série de 23 jours d'observations sur le mouvement diurne et nocturne du glacier a donné pour moyenne de l'avancement de jour (à 600 pieds du bord du glacier) 16 $\frac{1}{2}$ lignes, et pour la nuit, 19 lignes et une fraction minime. Ce fait est le plus significatif que je connaisse en faveur de la théorie de la dilatation. »

CHIMIE. — *Sur un nouveau procédé pour obtenir l'indigotine.* — Extrait d'une Lettre de M. **Fritzsche** à M. *Chevreul*.

« M'occupant toujours de l'indigo, quoique dans l'intention de détruire sa couleur, mes expériences m'ont cette fois conduit à une méthode pour préparer du bleu d'indigo pur, que je crois d'autant plus digne de l'attention des chimistes, qu'elle donne le bleu d'indigo sous forme cristalline, et aussi facilement que rapidement. Depuis longtemps déjà j'avais observé que l'indigo, traité par une dissolution alcoolique de potasse, donnait, dans certaines conditions, de petites quantités de bleu d'indigo en paillettes, et, en répétant mon procédé, je suis parvenu à reproduire immanquablement le même résultat. C'est une simple réduction de l'indigo, où l'on emploie, au lieu d'eau, de l'alcool, et, parce que les substances employées ordinairement pour effectuer la réduction ne sont pas solubles dans l'alcool, au lieu de celles-ci, du sucre de raisin; par la même raison, il faut substituer à la chaux, la potasse ou la soude; mais comme toutes ces substances, excepté l'alcool, ont déjà été employées, la méthode consiste essentiellement dans l'emploi de l'alcool. Voilà comme je procède : je prends, sur une partie d'indigo du commerce, une partie de sucre de raisin; je les mets dans une bouteille qui peut contenir 40 parties de liquide, puis je verse dessus de l'alcool chaud jusqu'à la moitié de la bouteille, et j'y ajoute une dissolution d'une partie et demie d'une solution de soude caustique très-concentrée dans l'autre moitié de l'alcool. La bouteille, ainsi remplie et fortement remuée, reste pendant quelque temps en repos, et, après que le liquide est devenu clair, on le retire par un siphon dans une autre bouteille. Le liquide obtenu, aussi longtemps que l'air atmosphérique n'y est pas parvenu, est d'un rouge jaunâtre si foncé, qu'il n'est transparent qu'en couches minces; mais aussitôt qu'il vient en contact avec l'oxygène, il prend une couleur pourpre, et passe, toutefois en opérant avec de petites quantités, rapidement par toutes les nuances du rouge, du violet et du bleu, pendant que toute la quantité du bleu d'indigo se dépose en paillettes plus ou moins grandes, d'après les quantités de liquide et la patience qu'on a eue à laisser se faire l'oxydation assez lentement. Quoique les cristaux soient toujours microscopiques, il suffit pourtant d'un seul regard de l'œil nu pour déclarer que la poudre fine et très-légère qu'ils forment est véritablement cristalline; et, comme toutes les autres substances restent ou indissoutes dès le commencement, ou dissoutes après la précipitation du bleu d'indigo, celui-ci est d'une pureté

qui ne laisse rien à désirer. Après l'avoir mis sur le filtre et lavé avec un peu d'alcool, on n'a plus rien à faire que de le laver avec de l'eau chaude, ce qui s'exécute très-vite. Il se dépose ordinairement sur les cristaux, de petites gouttelettes d'une substance insoluble dans l'alcool, mais très-soluble dans l'eau, provenant de l'action de la soude sur le sucre de raisin, et voilà pourquoi ce lavage est indispensable.

» Il me reste encore à vous dire quelques mots sur le gain en bleu d'indigo, et je suis charmé de pouvoir vous donner des nombres qui satisfassent entièrement. 4 onces d'un indigo très-médiocre du commerce me donnaient de la première infusion 2 onces de bleu d'indigo pur; une seconde infusion sur le résidu ne donnait plus que 1 gros de bleu d'indigo, et le résidu de cette seconde infusion ne contenait plus que très-peu de principe colorant. Cela prouve, il me semble, que cette méthode sera sans doute préférable à toute autre pour reconnaître la valeur des différentes sortes d'indigos du commerce, point de vue que j'ai dû négliger pour le moment, mais sur lequel je reviendrai une autre fois. »

CHIMIE. — *Recherches sur le naphtum; par* M. A. LAURENT.

« J'ai l'honneur de vous adresser la fin de mon travail sur le naphtum.

» Les nouveaux corps que j'ai découverts peuvent, comme les précédents, se partager en deux séries principales.

» La première comprend les radicaux dérivés dont la formule générale est

$$C^{40}(H, Cl, Br)^{16}.$$

» La seconde comprend les combinaisons de ces radicaux avec le chlore et le brome. On peut la diviser en trois classes, dont les formules générales sont

1°. C^{40} (H, Cl, Br) + Cl^4 ou Br^4;
2°. *id.* + Cl^8 ou Br^8;
3°. *id.* + Cl^{10} ou Br^{10}.

» Les nouveaux corps de la première série sont :

» 1°. Un nouveau chlonaphtèse $C^{40}H^{12}Cl^4$. C'est le septième isomère. On le prépare en traitant le ninaphtèse par le chlore.

» Trois nouveaux chlonaphtises :

2°. Le chlonaphtise *b* $C^{40}H^{10}Cl^6$;
3°. *id.* *g* *id.*
4°. *id.* *dd* *id.*

» Les chlonaphtises se rapprochent encore des chlonaphtèses et des chlonaphtoses par le nombre des isomères. Ainsi il y a 7 chlonaphtèses, 5 chlonaphtises et 4 chlonaphtoses.

5°. Le bromanchlonaphtone........	*a*	$C^{40}H^{9}Cl^{6}Br$;
6°. Le bromachlonaphtose........	*b*	$C^{40}H^{8}Cl^{6}Br^{2}$;
7°. *id.*..................	*a*	*id.*
8°. Le bromécblonaphtose........	*b*	$C^{40}H^{8}Cl^{4}Br^{4}$;
9°. Le bromachlonaphtune........	*b*	$C^{40}H^{7}Cl^{7}Br^{2}$;
10°. Le bromenchlonaphtune........	*x*	$C^{40}H^{7}Cl^{6}Br^{3}$;
11°. Le bronaphtuse..............	*x*	$C^{40}H^{6}Br^{10}$;
12°. Le chlonaphtalise............	*b*	$C^{40}Cl^{16}$.

» La seconde série renferme :

Première classe.

13°. Le sous-chlorure de bronaphtase...	$C^{40}H^{14}Br^{2}$	$+ Cl^{4}$;
14°. Le sous-bromure de chlonaphtise...	$C^{40}H^{10}Cl^{6}$	$+ Br^{4}$.

Deuxième classe.

15°. Le chlorure de bronaphtèse.......	$C^{40}H^{12}Br^{4}$	$+ Cl^{8}$;
16°. Le chlorure de bromécblonaphtise...	$C^{40}H^{10}Cl^{2}Br^{4}$	$+ Cl^{8}$;
17°. Le bromure de chlorébronaphtine...	$C^{40}H^{11}BrCl^{4}$	$+ Br^{8}$;
18°. Le bromure de chlorébronaphtèse...	$C^{40}H^{12}Br^{2}Cl^{2}$	$+ Br^{8}$.

Troisième classe.

19°. Le perchlorure de bronaphtèse...	$C^{40}H^{12}Br^{4}$	$+ Cl^{10}$.

» Ces nouveaux composés ne s'accordent pas plus que les précédents avec la loi des substitutions, même ceux qui paraissent lui être favorables. Tel est le chlonaphtalise, dont la composition peut se représenter par du naphtum, moins tout son hydrogène, plus son équivalent de chlore. Car, pour transformer le naphtum en chlonaphtalise, il faut traiter successivement ces produits par le chlore, la potasse, la distillation, etc.

» Je citerai encore le perchlorure de bronaphtèse, qui perd 2 atomes d'hydrogène sans substitution sous l'influence du chlore.

» D'un autre côté, tous les composés de la seconde série qui, suivant cette théorie, devaient être des hydrochlorates ou des hydrobromates, ne

renferment pas d'hydracide, puisque les composés bromurés laissent dégager du brome sous l'influence de la chaleur.

» Sous le rapport de la forme cristalline, la première série est venue confirmer ce que j'ai avancé dans mon premier Mémoire. On y remarque encore deux formes principales auxquelles tous les cristaux se rapportent. Non-seulement les corps de la série cristallographique *a* ont les mêmes angles, mais ils se ressemblent tellement, qu'au premier aspect, sans mesure, on les distingue de tous les autres. J'en dirai autant des composés de la série *b*.

» Les corps de la seconde série m'ont offert, sous le rapport cristallographique, des particularités très-curieuses.

» Le sous-chlorure de bronaphtase est isomorphe avec les chlorures de naphtum et de chlonaphtase. Cependant, d'après le nombre des atomes, il semblerait que leur constitution n'est pas la même. Voici, en effet, les formules de ces trois chlorures.

Chlorure de naphtum........	$C^{40}H^{16} + Cl^8$;
Chlorure de chlonaphtase...	$C^{40}H^{14}Cl^2 + Cl^8$;
Sous-chlorure de bronaphtase	$C^{40}H^{14}Br^2 + Cl^4$.

» La seconde classe offre plusieurs chlorures et bromures isomorphes avec le chlorure de naphtum; la troisième classe présente un fait semblable à celui du sous-chlorure de bronaphtase : le perchlorure de bronaphtèse est isomorphe avec la seconde variété du chlorure de chlonaphtase; cependant ces deux chlorures ne renferment pas le même nombre d'atomes.

» Parmi les composés de la deuxième classe, il y en a qui sont isomorphes entre eux et hémimorphes avec d'autres chlorures et bromures.

» Au milieu de toutes les formes cristallines des corps de la première série et de ceux des trois autres classes, on remarque qu'il y a quelque chose de commun, qu'il y a probablement hémimorphisme entre tous ces composés, quel que soit le nombre d'atomes qu'ils renferment. Je vais citer quelques exemples.

» Tous les radicaux de la série *b* sont des prismes obliques à base oblique. Les trois faces sont inclinées les unes sur les autres, presque de la même quantité; les angles sont de 101, 102 à 103°.

» Dans la seconde classe, on rencontre un grand nombre de prismes droits ou obliques à base rhombe ou de parallélogramme obliquangle.

Dans ces trois espèces de cristaux les pans sont inclinés l'un sur l'autre d'environ 109°, tandis que les bases des prismes obliques, ou les facettes modifiantes des prismes droits, sont inclinées sur les pans de 109° environ.

» Dans le premier cas l'on a trois angles différents, qui varient de 101 à 102 et 103°.

» Dans le deuxième cas, les angles correspondants varient de 108 à 109 et 110°.

» Parmi les cristaux de la deuxième classe, il y en a quelques-uns dont les pans font des angles de 101 à 102°, et parmi les radicaux, on en rencontre un qui les lie avec les corps de la deuxième classe. En effet, les trois angles sont de 107, 108 et 109°. Il existe encore un autre rapprochement dans un chlorure de la seconde classe : ses pans sont inclinés l'un sur l'autre de 106°, tandis que les modifications des bases sont inclinées de 108° sur les pans.

» Il me semble que l'hémimorphisme qui règne dans la série naphtique, même entre les corps qui ne renferment pas le même nombre d'atomes, peut trouver son explication dans les considérations suivantes :

» Tous les composés de la première classe, au nombre de 50 environ, sont indécomposables par les alcalis et par la distillation, quelque grand que soit le nombre d'atomes négatifs qu'ils renferment.

» Tous les composés de la seconde classe sont décomposés par ces deux agents, quelque petite que soit la quantité de chlore ou de brome au delà du radical, et les produits que l'on obtient dans ce cas appartiennent toujours à la première classe.

» Il paraît donc qu'il existe dans tous ces composés quelque chose de commun, un groupe fondamental, ou, en empruntant une image à la cristallographie, une forme primitive ou un noyau constitué par l'arrangement de 40 atomes de carbone et 16 atomes d'hydrogène, de chlore, de brome, d'acide hyponitrique ou sulfureux. Ce groupe forme ce que j'ai appelé, il y a six ans, le radical fondamental, ou le radical dérivé. Tous ces noyaux sont indécomposables par les alcalis et la chaleur. Ils ont la même forme, à moins qu'il n'y ait dimorphisme ou polymorphisme; ils ont les mêmes propriétés fondamentales, le même arrangement moléculaire.

» Si maintenant, autour de ce système planétaire solidement établi, on fait graviter quelques atomes de chlore ou de brome, ces atomes se comporteront avec le groupe central comme si celui-ci ne formait qu'un seul corps; ils altéreront légèrement ses dimensions dans tel ou tel sens, mais ils n'en détruiront pas l'harmonie générale. Le noyau et ses satellites for-

meront un système dont l'arrangement pourra être peu différent de celui du noyau seul. Il y aura hémimorphisme entre le noyau et le système total.

» Mais vient-on à mettre ce système sous l'influence d'un agent qui, comme la chaleur ou la potasse, tendra à la fois à dissocier les éléments et à augmenter l'affinité des corps négatifs pour l'hydrogène, alors il pourra arriver deux cas :

» 1°. Ou bien les satellites se dégageront et l'on obtiendra de nouveau le groupe central

$$(C^{40}H^{12}Cl^{4}) + Br^{8} \text{ distillé} = (C^{40}H^{12}Cl^{4}) + \text{dégagement de } Br^{8};$$

» 2°. Ou bien une partie des satellites s'emparera, par l'augmentation de son affinité, d'un certain nombre d'atomes d'hydrogène du noyau, tandis que l'autre partie de ces satellites sera retenue par le noyau, dans lequel elle ira combler la lacune occasionnée par le départ de l'hydrogène :

$$\left(\underset{a}{C^{40}H^{12}Cl^{4}}\right) + Cl^{8} \text{ distillé} = \left(\underbrace{C^{40}H^{8}Cl^{4}Cl^{4}}_{b}\right) + H^{4}Cl^{4} \text{ qui se dégage.}$$

On obtiendra donc un nouveau noyau *b* semblable au premier *a* et isomorphe avec lui.

» Il existe encore une singulière propriété qui est commune à ces composés : presque tous sont allotropes. Les composés de la seconde classe ont deux points de fusion très-différents l'un de l'autre : il y en a qui sont fusibles à 110, 120° et qui peuvent se solidifier soit à cette température, soit à 20, 30 ou 40° plus bas; ils peuvent même descendre jusqu'à la température ordinaire avant de se solidifier, et alors on remarque que la forme cristalline est différente. Parmi les radicaux, il existe un chlonaphtise qui, après avoir été fondu, se solidifie en une masse cristalline translucide. Si, quelques secondes après, on vient à le toucher le plus légèrement possible en un seul point avec une barbe de plume, subitement un nuage opaque se répand sur toute la masse. Si l'on refond la masse encore translucide, on voit très-distinctement qu'elle est formée de sphères radiées, et si l'on refond la masse opaque, on distingue facilement qu'elle est formée de petits prismes. Ainsi, par le plus léger ébranlement, la première masse a changé de forme cristalline; de là le changement dans la transparence. On peut obtenir immédiatement la seconde forme cristalline sans passer par la première, et en conservant à la masse solidifiée sa translucidité. Pour cela on refond la masse opaque, mais de manière à en laisser une petite

portion non fondue; alors, par le refroidissement, la partie fondue cristallise en prismes et reste translucide sous l'influence des cristaux qui n'ont pas été refondus.

» Il y a un rapprochement assez curieux à faire entre les deux séries principales isomères des radicaux Ceux de la série *b* cristallisent en prismes obliques à base oblique, et dont les angles sont de 101, 102 à 103°, c'est-à-dire qu'ils sont presque égaux, et s'ils étaient absolument égaux, les prismes passeraient au rhomboèdre qui pourrait donner des prismes à six pans de 120°. Or tous les cristaux de la série isomère *a* sont des prismes à six pans de 120 à 121°.

» Beaucoup d'autres combinaisons me sont passées entre les mains; mais l'énorme difficulté que l'on éprouve pour séparer tous ces corps les uns des autres, à l'aide d'un seul dissolvant, l'éther, m'a empêché de pousser plus loin ces recherches. Voilà près d'une centaine de composés chlorurés et bromurés; en disant que ce nombre pourrait être décuplé, je ne crois pas me tromper. Ce sujet, approfondi convenablement en opérant sur 30 à 40 kilogr. de naphtum, donnerait certainement la clef de beaucoup de mystères les plus impénétrables de la chimie. Combien de temps se passera-t-il avant que l'on ne découvre un corps qui, comme celui-ci, permettra de produire un millier de combinaisons dérivées à l'aide seulement de deux ou trois corps; combinaisons dont on pourra déterminer exactement la forme cristalline, la densité à l'état solide, liquide et gazeux, le pouvoir réfringent, la chaleur spécifique (elle sera facilement comparable entre ces divers corps), la composition, le point de fusion, etc. Mais, pour traiter convenablement un pareil sujet, un seul homme ne pourrait suffire.

» Permettez-moi, monsieur le Président, de terminer cette Lettre en relevant les erreurs dans lesquelles M. Gerhardt est tombé, à mon égard, dans le dernier Mémoire qu'il vient de présenter à l'Académie. M. Gerhardt a avancé que mes analyses de la série draconique étaient inexactes, que mes acides draconique et nitrodraconésique n'étaient autre chose que les acides anisique et nitroanisique, enfin que la publication de la série anisique était antérieure à celle de la série draconique. C'est le 26 avril 1841 que j'ai présenté mon Mémoire à l'Académie, et ce n'est que le 28 juin 1841 que la présentation de la série anisique a eu lieu. Je viens de me livrer à une nouvelle étude de ces deux séries, elles sont identiques, mais je n'ai rien à changer à mes analyses. J'ai fait de l'acide draconique et de l'acide nitrodraconésique avec de l'essence d'estragon et avec de l'essence d'anis; avec

l'une et l'autre j'ai obtenu exactement les mêmes résultats.

La formule de l'acide draconique est.....	$C^{32} H^{16} O^{6}$
celle de l'acide nitrodraconésique.......	$C^{32} H^{14} Az O^{6}$
celle de l'essence d'anis................	$C^{40} H^{24} O^{2}$
celle du dracole.........................	$C^{28} H^{16} O^{2}$

L'acide anisique n'est que de l'acide draconique, et l'anisole que du dracole. »

CHIMIE. — *Examen de l'eau fournie par le puits foré de la maison de poste d'Alfort; par* M. LASSAIGNE.

« M. Degousée, ingénieur civil, vient d'entreprendre avec succès le forage d'un puits artésien dans le jardin du maître de la poste aux chevaux d'Alfort. Ce puits, qui a une profondeur de 54 mètres, est distant de 70 mètres de la rive gauche de la Marne, en aval du pont de Charenton. L'eau, qui s'élève à 4 mètres au-dessus du sol, est parfaitement claire et limpide; elle n'a aucune odeur ni saveur particulières.

» Je me suis empressé d'examiner les qualités physiques et chimiques de cette eau, et j'ai constaté que sa température, prise à l'embouchure d'un tuyau en zinc de $0^{m},08$ de diamètre, d'où elle sort abondamment, est de $+ 14^{\circ}$ centigrades. La température de l'eau d'un puits ordinaire, le plus profond des environs ($11^{m},3$), est de $+11^{\circ},7$ centigr.

» Cette eau, soumise à l'action des réactifs chimiques, a présenté tous les caractères qu'on remarque dans les eaux non ascendantes des puits ordinaires des environs de Paris; par l'évaporation à siccité, elle a fourni, par litre, $1^{gr},298$ d'un résidu blanc, légèrement déliquescent à l'air. Ce résidu était composé de

Chlorure de sodium..............................	$0^{gr},035$
Chlorure de magnésium...........................	0, 073
Sulfate de magnésie.............................	0, 687
Sulfate de chaux................................	0, 313
Carbonate de chaux..............................	0, 181
Carbonate de magnésie...........................	0, 007
Traces de peroxyde de fer.......................	0, 000
	$1^{gr},298$

» Cette eau, qui se rapproche par sa composition des eaux des puits ordinaires, est remarquable par la proportion de sels magnésiens qu'elle renferme. »

MÉDECINE. — *Remarques sur les effets généraux de diverses classes de médicaments ;* Lettre de M. **Coze**.

« J'avais l'intention de soumettre à l'Académie des Sciences une série d'expériences destinées à expliquer quelques actions spéciales des substances médicamenteuses; mais plus on s'avance dans le champ des expériences, plus on s'aperçoit de la nécessité de varier et de multiplier ce genre de recherches, afin de bien assurer les conclusions que l'on pourrait en tirer. Je me bornerai donc aujourd'hui à indiquer les idées que m'a fait naître l'étude de certaines classes d'agents employés en médecine. Je crois :

» 1°. Que les substances volatiles introduites dans l'économie tendent à être éliminées par les organes qui donnent, dans l'état physiologique, des sécrétions gazeuses ou des vapeurs, c'est-à-dire par les poumons ou par la peau;

» 2°. Que les substances qui renferment des principes identiques à ceux qui font normalement partie d'une sécrétion sont éliminées par les organes qui président à cette sécrétion;

» 3°. Que les substances qui entrent dans la composition d'un organe, étant données comme médicament, se portent vers ce même organe ;

» 4°. Que parmi les matières étrangères à la constitution normale des solides et des fluides de l'économie animale, il en est qui obéissent dans leurs actions à ce que l'on pourrait appeler leur *caractère chimique général*, qu'ainsi les substances acides sont rejetées par les sécrétions acides.

» J'espère que cette manière d'envisager l'action de certains médicaments pourra ouvrir une nouvelle voie aux recherches à faire sur la matière médicale. »

ASTRONOMIE. — *Note sur des observations de Saturne faites à l'Observatoire du Collége romain; par* M. **de Vico**.

« La communication faite par M. Arago, dans la séance du 26 septembre, de quelques observations relatives à la position des centres de Saturne et de son anneau, a donné à M. de Vico l'idée de la Note qu'il adresse aujourd'hui à l'Académie, et qui a pour objet les résultats des observations faites depuis quelques années et sans interruption par les astronomes du Collége romain.

» Les premières observations régulières datent du 29 mai 1828; elles avaient pour objet principal la constitution physique de la planète et de son anneau, le nombre et la nature de leurs bandes, la parfaite visibilité et la révolution des deux satellites les plus rapprochés, l'excentricité relative de la planète et de l'anneau dans le sens de l'équateur, et les variations de cette excentricité et leurs lois encore inconnues. Voici en peu de mots le résumé des faits observés.

» *Satellites.* — L'existence des sept satellites a été confirmée de la manière la plus évidente. Le *premier* de ces satellites, ou le plus éloigné, a disparu plusieurs fois pendant la durée des observations; mais il a été impossible jusqu'ici de savoir si une période régulière et déterminée préside à ces disparitions, qui n'ont pas lieu brusquement, mais graduellement, la lumière du satellite diminuant peu à peu, jusqu'à devenir tout à fait imperceptible. Le *sixième* et le *septième* satellite, découverts par Herschel le 28 août et le 17 septembre 1789, ont été vus pour la première fois, à Rome, en 1138. Voici comment: pendant que l'on regardait l'anneau avec un micromètre formé de lames très-minces et avec un très-fort grossissement, il arriva que la planète fut cachée sous les lames; au même moment les deux satellites apparurent. Depuis cette époque on ne les a jamais perdus de vue, et l'on a pu, à l'aide d'observations convenables, déterminer le temps de leur rotation. Il reste encore quelque correction à faire à la valeur de ce temps tel qu'il a été donné dans le Mémoire de 1838.

» Nous avons été témoins, à ce sujet, d'un phénomène remarquable: sans l'aide des lamelles, aucun observateur n'avait pu voir, avec la lunette de Cauchoix, ces deux satellites; mais à peine avaient-ils été vus avec ce secours, que plusieurs observateurs purent retrouver à volonté le sixième satellite, dès que par le calcul ils connaissaient sa position. Un grossissement de 150 à 200 fois est pour cela plus que suffisant. D'autres, au contraire, ne purent jamais arriver à voir ce satellite sans recourir à l'occultation artificielle de la planète. Il faut dire la même chose du septième satellite quand il est au maximum d'élongation, pourvu que le ciel soit assez pur, et le grossissement de 300 fois au moins. Il est rare qu'on l'aperçoive dans d'autres positions, sans le secours du micromètre occultant. MM. Boccabianca et Sestini, astronomes adjoints, l'ont vu quatre fois seulement avec un grossissement de 200 fois. Herschel aussi n'avait pu le voir avec un télescope de 20 pieds, qu'après l'avoir découvert avec son grand télescope de 39 pieds.

» *Anneau.* — La ligne noire qui règne sur le contour de l'anneau, et qui

fut aperçue par J.-D. Cassini en 1675, est-elle une division réelle ou une simple bande semblable à celles que l'on voit sur le corps de Saturne et de Jupiter? C'est un problème qu'Herschel croyait définitivement résolu; mais d'autres savants révoquent en doute la réalité de la division. Les faits suivants jetteront peut-être une lumière nouvelle sur ce point encore obscur de la science. Des observations continuées à Rome pendant plusieurs années, il résulte :

» 1°. Qu'en outre de la ligne obscure de Cassini, il en existe une seconde plus serrée sur la partie extérieure de l'anneau. Sa trace est parfaitement tranchée, et dans une atmosphère aussi favorable que celle de Rome, elle paraît aussi noire que l'espace obscur qui sépare la planète de l'anneau. On la voit distinctement, quelquefois, sur les deux anses orientale et occidentale de l'anneau, quelquefois sur une seule anse; dans d'autres circonstances elle est invisible. M. Schwabe, qui l'observe assidûment à Dessau, l'appelle la bande d'Enke. Mais quelle est la cause, quelles sont les lois de ces disparitions et de ces réapparitions? Les observations n'ont encore rien révélé à ce sujet. Si ces deux bandes sont des divisions réelles, il s'ensuivra que l'anneau de Saturne est triple.

» 2°. Sur la partie de l'anneau la plus voisine du corps de la planète on aperçoit une troisième ligne, également noire, mais d'une ténuité extrême, qui présente les mêmes phénomènes que la première. Elle est plus rarement visible, et se montre plus souvent sur l'anse orientale que sur les deux anses à la fois. Avec cette nouvelle division l'anneau serait quadruple.

» 3°. Entre cette dernière bande et la bande de Cassini, on a vu plus de trente fois une quatrième ligne très-déliée, tantôt sur une des anses, tantôt sur les deux anses de l'anneau. Quand elle est invisible, on trouve à sa place et dans son voisinage une sorte d'ombre et d'obscurité qui fait mieux ressortir l'éclat des deux portions latérales de l'anneau, c'est-à-dire des portions qui avoisinent, l'une le corps de la planète, l'autre la bande de Cassini. Ce rehaussement d'éclat constitue peut-être le phénomène que M. Arago dit avoir été remarqué par Herschel (*Annuaire* de 1842, p. 558); mais l'astronome anglais ne rencontra pas la quatrième ligne dont nous venons de parler. Si cette ligne constituait une séparation réelle, Saturne serait entouré de cinq anneaux visibles.

» Ces cinq lignes de démarcation se sont-elles montrées toutes à la fois? Oui, et très-distinctement, mais bien rarement, et jamais entièrement sur les deux anses de l'anneau. On peut lire dans les *Comptes rendus* le récit abrégé qu'un homme étranger à l'Observatoire du Collége romain,

et témoin oculaire de nos observations, envoya à l'Académie des Sciences, avec une représentation exacte du phénomène qu'il avait eu sous les yeux.

» *Atmosphère.* — Herschel, dit M. Arago à l'endroit déjà cité, remarqua des changements de teinte dans les régions polaires de Saturne. Il reconnut que la lumière du corps de cette planète est, en intensité, fort au-dessous de celle des anneaux. Il lui trouvait une teinte jaunâtre que la lumière de l'anneau n'avait pas. Un fait plus remarquable et plus concluant est venu nous apporter des données nouvelles sur la lumière de la planète. Un soir que la lunette de Cauchoix était braquée sur Saturne, l'anneau se montra dans sa plus éclatante splendeur, pendant que le corps de la planète avait non-seulement perdu sa lumière habituelle, mais s'était revêtu d'une couleur cendrée et si foncée, qu'elle avait quelque chose de sinistre. Le ciel était très-pur, et le phénomène dura tout le temps que Saturne resta au-dessus de l'horizon. A partir de cette époque, les astronomes romains n'ont pas perdu Saturne de vue, et ont pu constater que l'éclat et la couleur du corps de la planète sont très-variables relativement à l'éclat lumineux de l'anneau.

» *Aplatissement.* — On sait ce qu'Herschel pensait de la figure de Saturne et ce que Bessel a publié sur le même sujet. Les astronomes romains se rangent du côté de M. Bessel. Les observations d'Herschel furent faites dans les mois d'avril, de mai et de juin 1805, à une époque, par conséquent, où l'ouverture de l'anneau était très-grande. De plus, l'inclinaison de 46°38′ de l'axe maximum sur l'axe équatorial de la planète suppose que l'extrémité de cet axe est si rapprochée de l'intersection apparente du globe et de l'anneau, qu'il est alors très-difficile de le mesurer avec exactitude. M. Bessel attribue à ces circonstances le jugement erroné d'Herschel. Ajoutons que si l'interposition de l'anneau entre l'observateur et le corps de la planète joue vraiment un grand rôle dans l'anomalie signalée par l'illustre astronome, la valeur numérique de l'inclinaison observée aurait dû varier à mesure que le plan de l'anneau changeait d'inclinaison par rapport à l'œil de l'observateur. Cette assertion semble être réellement vérifiée, puisque, avec le progrès du temps, l'angle de 46° 38′ a été réduit successivement à 45° 31′, 43° 20′..., ce qui forme une différence de 3°18′ entre la première et la dernière valeur. Pour un observateur aussi excellent qu'Herschel, qui croyait pouvoir apprécier une différence de quelques dixièmes de seconde entre les deux axes, une variation de 3° 18′ ne peut pas s'expliquer par une simple erreur dans les observations de la première époque. Quoi qu'il en soit, qu'on nous permette d'appeler l'attention sur un autre point

bien digne des recherches des astronomes. Herschel croyait qu'aux extrémités de l'axe maximum, la courbure du disque était très-forte; près des pôles et de l'équateur, il croyait voir, au contraire, des lignes droites sur une assez grande longueur. Eh bien, les courbures observées aux deux pôles ne sont-elles pas sensiblement différentes? Les astronomes romains n'osent encore donner que comme une conjecture un fait qui mérite d'être examiné avec le plus grand soin.

» *Excentricité du globe par rapport à l'anneau.* — Au commencement de 1841, M. Schwabe invita les astronomes de Rome à faire, de concert avec lui, une suite d'observations sur l'excentricité du globe de Saturne relativement à l'anneau. Cette excentricité a été prouvée de la manière la plus évidente; les résultats d'observations continuées pendant plusieurs mois ont été envoyés de Rome à Dessau, mais ne sont pas encore publiés. Ils confirment la variabilité des positions respectives du globe et de l'anneau telle qu'elle fut annoncée par M. Schwabe, le 17 décembre 1827, mais sans rien apprendre sur l'excentricité dans le sens de l'axe de rotation, excentricité que M. Arago a signalée le premier, et à laquelle les astronomes romains n'avaient pas pensé. Cependant, par une rencontre singulière et digne de remarque, le premier dessin de Saturne exécuté à l'Observatoire du Collége romain, en 1838, et adressé à plusieurs savants, montre évidemment que le globe de Saturne déborde plus d'un côté que de l'autre le plan de l'anneau. Cette circonstance, qui avait pu faire supposer dans le dessinateur une certaine ignorance des lois de la perspective, est aujourd'hui une preuve d'autant plus convaincante de l'excentricité, que l'habileté de ce même dessinateur est parfaitement constatée et qu'aucune idée préconçue n'appelait son attention sur le phénomène observé par M. Arago. »

Remarques de M. Arago *sur la communication de* M. de Vico.

Après avoir analysé verbalement les recherches de M. de Vico et de ses collaborateurs; après avoir fait ressortir particulièrement les avantages qui résulteront de la précieuse méthode donnée par les astronomes romains, pour observer les *sept* satellites de Saturne avec des instruments d'une puissance modérée, M. Arago s'est demandé quelle cause physique pourrait conduire à l'explication de ces phénomènes de visibilité. Il pense que la cornée, soit à cause de sa teinte spéciale, soit à raison des stries qui la sillonnent, disperse dans tous les sens une portion notable de la lumière

qu'elle transmet, comme le ferait un verre légèrement dépoli. Si un astre éclatant se trouve dans le champ de la vision, la rétine ne peut donc manquer d'être fortement éclairée dans tous ses points. Dès lors les autres astres ne sauraient devenir visibles qu'en prédominant sur cette lumière diffuse.

Ceci posé, lorsque dans les observations de Rome la plaque opaque focale couvrait Saturne, la rétine de l'astronome cessait d'être illuminée par voie de dispersion; les sixième et septième satellites se peignaient sur des fibres nerveuses placées dans une obscurité à peu près complète et produisaient un effet sensible. Saturne venait-il au contraire à se montrer, *toute la rétine* s'éclairait, surtout près de l'image de la planète. Les images des deux faibles satellites étaient dès lors noyées dans cette lumière générale et n'ajoutaient pas assez à son intensité, pour que l'organe le plus délicat parvînt à saisir quelque différence entre les points où elles se peignaient et les points voisins.

Ces considérations générales ont conduit M. Arago à parler des expériences qu'il a faites pour décider une question fort controversée : celle de savoir si jamais des hommes ont pu apercevoir les satellites de Jupiter à l'œil nu.

Quand on regarde Jupiter à l'œil nu, dit M. Arago, cette planète semble formée d'un point central fort lumineux, d'où partent dans tous les sens des rayons divergents. Ces rayons sont plus ou moins longs. Il existe, sous ce rapport, d'énormes différences entre tel et tel observateur. Chez l'un les rayons ne dépassent pas trois, quatre ou cinq minutes de degré; chez d'autres ils s'étendent à douze ou quinze minutes. Pour tout le monde les satellites se trouvent donc ordinairement noyés dans une fausse lumière.

Si nous supposons maintenant que l'image de Jupiter, dans certains yeux exceptionnels s'épanouisse seulement par des rayons d'une ou deux minutes d'amplitude, il ne semblera plus impossible que les satellites soient de temps en temps aperçus, sans avoir besoin de recourir à l'artifice de l'amplification.

Pour vérifier cette conjecture, M. Arago a fait construire une petite lunette dans laquelle l'objectif et l'oculaire ont à peu près le même foyer, et qui dès lors *ne grossit point*. Cette lunette ne détruit pas entièrement les rayons divergents, mais elle en réduit considérablement la longueur. Eh bien, cela a suffi, dès le premier essai, pour qu'un satellite convenablement écarté de la planète soit devenu visible. Le fait a été constaté par tous les jeunes astronomes de l'Observatoire, MM. E. Bouvard, Laugier, Mauvais, Goujon, Fay.

Dès qu'on a établi que les satellites de Jupiter peuvent être aperçus sans grossissement d'aucune sorte, il est évident que l'œil qui réduira les rayons divergents de l'image de la planète, à la longueur que ces rayons conservent dans la petite lunette, découvrira ces faibles astres tout aussi bien que les yeux ordinaires le font en employant l'instrument. Tout porte à croire qu'il existe des yeux naturellement doués de cette perfection : des yeux qui dépouillent les images des objets éloignés et les plus brillants de presque toute fausse lumière.

ASTRONOMIE. — M. **Arago** communique une Lettre qu'il a reçue de M. **Schumacher**, et dans laquelle le célèbre astronome d'Altona montre que M. Vassenius avait déjà aperçu à Gothenbourg, pendant l'éclipse totale de 1733, des protubérances lumineuses entièrement semblables à celles qui ont si vivement fixé l'attention des observateurs de l'éclipse du 8 juillet 1842.

Le *Secrétaire* présente, au nom de M. **Lechi**, des images photographiques coloriées après coup. Ce coloriage, d'après les renseignements qu'a fournis M. Lechi, s'exécute par un moyen fort simple, qui consiste à déposer successivement sur chacune des parties de l'image, une couche uniforme de la couleur locale, couche que l'on enlève presque aussitôt en passant la plaque dans l'eau chaude. Ce qui reste de couleur après cette ablution, ne paraît nuire en aucune façon au modelé de l'image primitive. Une chose remarquable, c'est que l'effet produit est différent de celui qu'on obtiendrait en coloriant une image sur papier, si l'on se contentait de recouvrir d'une couche uniforme toutes les parties dont le ton local est le même. Ici on reconnaîtrait toujours que les ombres ont d'abord été noires; dans les images présentées par M. Lechi, au contraire, les ombres (surtout dans les vêtements, car les chairs portent à peine les traces de couleur) semblent résulter de l'application successive de plusieurs teintes du ton local. Il semble ainsi que les parties noires de l'image primitive retiennent en effet, après le lavage, une plus grande proportion de la matière colorante que les parties claires.

M. **Hornbeck**, qui avait adressé précédemment une série d'observations météorologiques faites dans les îles danoises de l'Amérique, donne aujourd'hui le résultat de la comparaison qui a été faite des instruments dont il s'est servi avec ceux de l'Observatoire de Copenhague.

Tableau des différentes classes de la population des États-Unis en 1840, d'après le dénombrement officiel fait en vertu d'un acte du congrès.
(Communiqué par M. WARDEN.)

États et territoires.	Mineurs.	Agriculteurs.	Comerç.	Manufacturiers, artis., etc.	Marins	Mariniers.	Membres des professions savant.	Pensionnaires militaires.	BLANCS. Sourds-muets.	BLANCS. Aveugles.	BLANCS. Aliénés et idiots.	GENS DE COULEUR. Sourds-muets.	GENS DE COULEUR. Aveugles.	GENS DE COULEUR. Aliénés et idiots	Universités et colléges.	Élèves.	Académie et Écoles de grammaire	Élèves.	Écoles primaires et autres.	Élèves.	Étudiants aux frais publics.	BLANCS âgés de plus de 20 ans, qui ne savent ni lire ni écrire.
Maine	36	101630	2921	21879	10091	539	1889	1409	222	180	537	13	10	94	4	266	86	8477	3385	164477	60212	3241
New-Hampshire	13	77949	1379	17826	452	198	1640	1408	181	153	486	9	3	19	2	433	68	5799	2127	83632	7715	942
Massachusetts	499	87837	8063	85176	27153	372	3804	2462	273	308	1071	17	22	200	4	769	251	16746	3362	160257	158351	4448
Rhode Island	35	16617	1348	21271	1717	228	457	601	74	63	203	3	1	13	2	324	52	3664	434	17355	10749	1614
Connecticut	151	56955	2743	27932	2700	431	1697	1666	309	143	498	8	13	44	4	832	127	4865	1619	65739	10912	526
Vermont	77	73150	1303	13174	41	146	1563	1320	135	101	398	2	2	13	3	233	46	4113	2402	82817	14701	2270
New-York	1898	455954	28468	173193	5511	10167	14111	4089	1039	875	2146	68	91	190	12	1285	505	34715	10593	502367	27075	44452
New-Jersey	266	56701	2283	27004	1143	1625	1627	472	164	126	369	15	26	73	3	443	66	3027	1207	52583	7128	6385
Pensylvanie	4603	207533	15338	105883	1815	3951	6706	1251	781	540	1946	51	96	187	20	2034	290	13970	4968	179989	73908	33940
Delaware	5	16015	467	4060	401	235	199	4	45	15	52	8	18	29	1	23	20	764	152	6924	1571	4832
Maryland	313	69851	3249	21325	721	1519	1647	94	178	165	387	66	91	141	12	813	127	4178	567	16982	6565	11605
Virginie	1995	318771	6361	54147	582	2952	3866	993	453	426	1048	150	466	384	13	1097	382	11083	1561	35331	9791	58787
Caroline du Nord	589	217095	1734	14322	327	379	1086	609	280	223	580	74	167	221	2	158	141	4398	632	14937	124	56609
Caroline du Sud	51	198363	1958	10325	381	348	1481	318	140	133	376	78	136	137	1	160	117	4326	566	12520	3524	20615
Georgie	574	209383	2428	7984	262	352	1250	325	193	136	294	64	151	134	11	622	176	7878	601	15561	1333	30717
Alabama	96	177439	2212	7195	256	758	1514	192	173	113	232	53	96	125	2	152	114	5018	639	16243	3213	22592
Mississipi	14	139724	1303	4151	33	100	1506	63	64	43	116	28	69	82	7	454	71	2553	382	8236	107	8360
Louisiàne	»	79289	8549	7565	1322	662	1018	12	42	37	55	17	36	45	12	989	52	1995	179	3573	1190	4861
Tennesse	103	227739	2217	17815	55	302	2042	895	291	255	699	67	99	152	8	492	152	5539	983	25090	6907	58531
Kentucky	331	197738	3448	23217	44	968	2487	886	400	236	795	77	141	180	10	1419	116	4906	952	24641	429	40010
Ohio	704	272579	9201	66265	212	3323	5663	875	559	372	1195	33	33	165	18	1717	73	4310	5186	218609	51812	35394
Indiana	233	148806	3076	20590	89	627	2257	380	297	135	487	15	19	75	4	322	54	2946	1521	48189	6929	38100
Illinois	782	105337	2506	13185	63	310	2021	195	155	86	213	24	10	79	5	311	42	1967	1241	34876	1683	27502
Missouri	742	92408	2522	11100	39	1885	1469	122	126	82	202	27	42	68	6	495	47	1926	642	16788	526	19457
Arkansas	41	26355	215	1173	3	39	301	24	40	26	45	2	8	21	»	»	8	300	118	2614	»	6567
Michigan	40	56521	728	6890	24	166	904	90	31	25	39	2	4	26	5	158	12	485	975	29701	998	2173
Floride, territoire	1	12117	481	1177	435	118	204	16	14	9	10	2	10	12	»	»	18	732	51	925	14	1303
Visconsin, id.	794	7047	479	1814	14	209	259	9	5	9	8	»	,	3	»	»	2	65	77	1937	315	1701
Jowa, id.	217	10469	355	1629	13	78	365	2	10	3	7	4	3	4	»	,	1	25	63	1500	»	1118
District de Columbia	»	384	240	2278	126	80	203	15	8	6	14	4	9	7	2	224	26	1389	29	851	482	1033
Totaux	15203	3717756	117575	791545	56025	33067	65236	20797	6682	5024	14508	977	1892	2026	173	16233	3242	164159	47209	1845244	468264	549693

M. de Louvois réclame l'intervention de l'Académie près des autorités compétentes, pour prévenir les dégradations dont est menacé un édifice ancien de la ville de Tonnerre, par suite de la nouvelle destination qu'on lui veut donner. Cet édifice, dont la construction remonte au XIIIe siècle, se recommande à l'intérêt des amis des sciences en ce qu'un gnomon y a été établi en 1784. M. *Dumas* fera les démarches nécessaires.

M. Eusèbe de Salles, qui avait soumis précédemment au jugement de l'Académie un travail sur la peste et les quarantaines, demande que ce travail, qui n'a pas encore été l'objet d'un Rapport, soit admis au concours pour le prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon.

(Renvoi à la future Commission.)

M. Coulvier-Gravier adresse une nouvelle série d'observations ayant pour objet de confirmer une opinion qu'il a émise sur la possibilité de prévoir, quelques jours d'avance, les changements de temps par des changements dans les directions générales des étoiles filantes.

M. Perrottet demande à reprendre des tableaux d'observations météorologiques qu'il avait adressés précédemment, et sur lesquels il n'a pas encore été fait de Rapport.

M. de Grégory annonce qu'il a obtenu une nouvelle couvée du cardinal huppé de Virginie.

M. Cornay adresse un paquet cacheté.

La séance est levée à cinq heures. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1842; n° 14; in-4°.

Mémoire sur l'Aréométrie, et en particulier sur l'Aréomètre centigrade, suivi d'une Instruction à l'usage des fabricants d'aréomètres; par M. FRANCOEUR; in-4°.

Traité de Physique considérée dans ses rapports avec la Chimie et les sciences naturelles; par M. BECQUEREL; t. Ier; in-8°, avec planches in-f°.

Premier voyage à la recherche des sources du Bahr-el-Abiad ou Nil Blanc, ordonné par Mohammed-Ali, vice-roi d'Égypte, sous le commandement du capitaine de frégate Selim-Bimbachi. (Extrait du *Bulletin de la Société de géographie*, communiqué par M. JOMARD.) In-8°.

Carte des Chemins de fer, des Canaux, de la Navigation à la vapeur dans les états de l'Union allemande des douanes et pays limitrophes; par M. C. DESJARDINS.

Tableau comparatif des hauteurs du Monde; par le même.

Carte de l'Europe centrale, représentant le squelette des pays compris entre Dublin et Constantinople, Madrid et Tilsitt, Copenhague et Cagliari; par le même.

Carte hydrographique de l'Europe; par le même.

Carte orographique de l'Europe; par le même.

Carte muette de l'Europe, représentant le cours des fleuves et rivières; par le même.

Description des machines et procédés consignés dans les brevets d'Invention, de Perfectionnement et d'Importation; t. XLV; in-8°.

Mémoire sur des moyens nouveaux de traitement des Fistules vésico-vaginales, présenté à l'Académie des Sciences par M. LEROY D'ÉTIOLLES; in-8°.

Annales de la Société royale d'Horticulture; septembre 1842; in-8°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; septembre 1842; in-8°.

Essai sur l'éducation des Animaux, le Chien pris pour type; par M. A. LÉONARD; Lille, 1842; in-8°.

Observation d'un rétrécissement de l'OEsophage guéri par le cathétérisme et la cautérisation; par M. le docteur GENDRON; in-8°.

Dictionnaire universel d'Histoire naturelle ; par M. CH. D'ORBIGNY ; t. III, 27e liv.; in-8°.

Tableaux des caractères que présentent, au chalumeau, les alcalis, les terres et les oxydes métalliques, soit seuls, soit avec les réactifs; traduits de l'allemand par M. A. SOBRERO; in-4°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine.

Notice sur la vie et les ouvrages de J.-B.-P. Jollois; par M. DE V...; in-8°.

La Vérité sur la nature et les preuves démonstratives de l'immatérialité de l'Ame, au moyen de l'explication précise des phénomènes de la vie; par M. PICARD; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; 10e année, n° 4; in-8°.

Journal des Haras; octobre 1842; in-8°.

Le Technologiste, ou *Archives du progrès;* octobre 1842; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 457; in-8°.

Bericht über... *Analyse des Mémoires lus à l'Académie des Sciences de Berlin, et destinés à la publication;* mai, juin et juillet 1842; in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome X, n° 41.

Gazette des Hôpitaux; t. IV, n°s 118 à 120.

L'Expérience; n° 275.

L'Écho du Monde savant; n°s 26 et 27; in-4°.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — SEPTEMBRE 1842.

Jours du mois.	9 heures du matin.			Midi.			3 heures du soir.			9 heures du soir.			Thermomètre.		État du ciel à midi.	Vents à midi.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Maxim.	Minim.		
1	761,65	+15,8		760,94	+17,2		760,05	+14,6		759,02	+11,7		+18,0	+10,5	Couvert	S. O.
2	760,06	+14,5		760,28	+17,2		761,10	+18,0		762,80	+16,4		+18,8	+11,6	Couvert	S.
3	763,69	+20,2		762,97	+22,8		762,0	+23,0		762,17	+19,1		+24,2	+15,4	Beau	S.
4	762,53	+17,2		762,39	+18,8		761,72	+21,3		762,30	+18,0		+22,1	+14,9	Couvert	N. N. O.
5	762,59	+17,4		761,62	+20,5		759,95	+22,1		759,22	+17,6		+23,1	+13,6	Beau	E. N. E.
6	756,63	+20,2		756,00	+24,6		754,89	+26,0		755,33	+19,7		+27,8	+11,2	Beau	E. S. E.
7	753,87	+19,4		751,97	+26,6		748,82	+29,6		748,93	+21,6		+30,5	+15,7	Nuageux	E. N. E.
8	750,42	+19,2		749,71	+21,2		749,20	+21,9		751,76	+14,9		+23,9	+16,8	Nuageux	S. O. fort.
9	752,93	+14,3		752,22	+15,8		750,63	+19,3		748,66	+16,9		+20,0	+12,5	Couvert, pluie	S. S. O.
10	747,04	+16,4		747,26	+18,5		747,76	+17,3		749,88	+14,6		+18,9	+13,0	Couvert	O.
11	752,12	+15,3		751,25	+17,0		750,48	+16,4		749,96	+12,1		+17,8	+12,3	Couvert	S. O.
12	751,77	+15,3		751,68	+15,9		751,90	+16,3		753,87	+14,2		+16,8	+10,7	Couvert, pluie	N. O.
13	755,94	+16,1		756,17	+17,8		756,08	+19,0		758,11	+16,0		+19,8	+12,1	Couvert	N.
14	758,83	+16,3		758,19	+20,0		757,35	+21,9		758,67	+17,4		+22,8	+13,9	Très-nuageux	N. fort.
15	759,08	+16,1		758,61	+18,1		757,79	+22,0		758,33	+17,0		+22,9	+13,0	Beau	N. N. E.
16	758,85	+17,3		757,92	+21,5		756,44	+23,2		756,37	+18,2		+23,9	+12,7	Beau	N. N. E.
17	754,14	+17,4		753,10	+21,7		752,37	+22,5		751,95	+16,2		+24,0	+11,8	Vaporeux	E. S. E.
18	751,33	+17,8		750,80	+21,9		750,21	+19,7		749,26	+16,8		+22,0	+13,1	Couvert	S. O.
19	750,03	+16,1		749,52	+18,7		747,81	+20,3		748,81	+13,4		+21,0	+12,7	Couvert	S. O.
20	748,85	+14,0		748,10	+16,8		746,42	+15,1		746,40	+12,1		+18,0	+ 8,8	Très-nuageux	S. S. O.
21	747,65	+13,4		747,80	+15,8		746,99	+16,5		746,54	+10,6		+17,0	+11,1	Nuageux	O. S. O.
22	744,37	+13,0		743,96	+15,7		743,63	+14,3		744,59	+10,2		+16,0	+ 8,0	Couvert	S. S. O.
23	746,88	+11,7		746,99	+13,0		746,59	+13,8		746,66	+10,4		+14,5	+ 7,5	Couvert	S. O.
24	744,38	+10,3		744,37	+14,0		744,20	+14,5		743,78	+11,3		+15,0	+ 8,0	Couvert	S. O.
25	743,41	+14,2		743,52	+17,2		742,71	+13,5		745,87	+11,8		+18,0	+10,7	Nuageux	S. O.
26	749,17	+11,4		749,87	+14,8		749,83	+14,4		750,32	+13,8		+15,6	+10,1	Couvert	E. N. E.
27	750,04	+12,9		749,92	+13,5		749,92	+13,8		751,01	+12,4		+14,0	+12,1	Couvert	N. E.
28	753,98	+10,7		754,41	+10,3		754,38	+10,6		754,52	+10,1		+11,0	+10,2	Couvert, pluie	N.
29	751,39	+10,7		752,15	+11,4		752,52	+13,8		755,79	+12,9		+14,0	+ 8,9	Couvert, pluie	E.
30	758,22	+ 9,1		758,25	+ 9,7		758,33	+ 9,4		758,81	+ 8,0		+10,5	+ 7,3	Couvert	E. N. E.
1	757,14	+17,5		756,54	+20,3		755,61	+21,3		756,01	+17,0		+22,7	+13,5	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centim.,
2	754,09	+16,2		753,53	+18,9		752,68	+19,6		753,17	+15,3		+20,9	+12,1	... Moy. du 11 au 20	Cour. 8,576
3	748,95	+11,7		749,12	+13,5		748,91	+13,5		749,79	+11,1		+14,6	+ 9,4	... Moy. du 21 au 30	Terr.. 7,458
	753,39	+15,1		753,06	+17,6		752,40	+18,1		752,99	+14,5		+19,4	+11,7	.... Moyennes du mois....	+ 15,5